

VERDRILLVORRICHTUNG UND VERDRILLKOPFEINRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM VERDRILLEN ODER VERSEILEN VON LEITUNGEN

Die Erfindung betrifft eine Verdrillkopfeinrichtung zum Verdrillen oder Verseilen von elektrischen und/oder optischen Leitungen, ein Verfahren zum Verdrillen oder
5 Verseilen von elektrischen und/oder optischen Leitungen mit der Verdrillkopfeinrichtung, eine Verdrillvorrichtung zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen und/oder optischen, ein Verfahren zum Verseilen oder Verdrillen von elektrischen und/oder optischen Leitungen mit der Verdrillvorrichtung sowie ein computerimplementiertes Verfahren zum automatischen Bestimmen und Erzeugen
10 von Datensätzen und/ oder Bewegungsbefehlen für eine Verdrillvorrichtung nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Bei der Herstellung von Leitungsbündeln ist zwischen zwei Herstellungsprozessen zu unterscheiden, Verdrillen oder Verseilen. Jedoch werden die beiden Begriffe in der Literatur gerne vermischt. Vorliegend wird unter einem Verdrillvorgang das
15 gegenseitige Umeinanderdrehen von zwei oder mehreren Leitungen verstanden, wobei sich dabei eine Verdrill-Schlaglänge ergibt, welche die Länge einer einzelnen 360° Umdrehung bzw. Umschlingung angibt. Um eine bestimmte Verdrillung zu erreichen, muss das Leitungsbündel bei dieser Herstellung im einfachsten Fall überdreht werden, sodass sich dieses nach einem Entspannungsvorgang in der
20 gewünschten Endverdrillung einfindet. Dieses Verfahren ist für den überwiegenden Anteil der Anwendungen sehr gut geeignet. Typischerweise wird zur Produktion von verdrillten Leitungsbündeln im Automobilbau überwiegend das Verdrillen von isolierten Kupferleitern eingesetzt.

Im Vergleich dazu wird nach dem Prinzip des Verseilvorgangs nur ein geringer Anteil
25 an Leitungsbündeln hergestellt. Unter einem Verseilvorgang wird hier vorliegend das gegenseitige Umeinanderlegen von zwei oder mehreren Leitungen verstanden. Die Schlaglänge, d.h. der Abstand von einer Windung zur Nächsten wird durch ein Verseilschiff vorgegeben, welches während dem gegenseitigen Umeinanderlegen der zu verseilenden Leitungen von einem Leitungsende bis zum anderen Leitungsende
30 entlang der zu verseilenden Leitungen bewegt wird. Der Verseilvorgang stresst die zu verseilenden Leitungen wesentlich geringer, weil die Torsion der einzelnen Leitungen im Verseilvorgang in sich aufgefangen oder ausgeglichen wird. Dieses Verfahren bietet sich an, wenn sehr empfindliche, z.B. sehr dünne Leitungen, zu einem Leitungsbündel verdreht werden sollen. Typischerweise werden in
35 Mantelleitungen verseilte Leitungsbündel eingesetzt.

Verdrillte oder verseilte Leitungen werden gerne dort eingesetzt, wo zwei oder mehrere Leitungen gleichzeitig in einem Leitungsbündel verbaut werden oder spezielle technische Anforderungen an die Leitungsbündel gestellt werden. Typischerweise werden verdrillte Leitungen im Automobilbereich oder im Gerätebau verwendet. Verdrillte oder verseilte Leitungen (z.B. sog. Twisted Pair, wenn zwei Leitungen zu einem Leitungsbündel verdreht werden) werden dort eingesetzt, wo die Leitungen hinsichtlich deren Umgebung unempfindlich gegen elektromagnetische Störeinflüsse sein müssen (Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)).

Bei der Herstellung werden die miteinander zu verdrillenden oder zu verseilenden Leitungen in drehbar gelagerte Verseil- bzw. Verdrillköpfe eingespannt. Anschliessend werden die eingespannten Leitungen gegenseitig verdreht bzw. umeinandergedreht, sodass als Endprodukt ein Leitungsbündel (sog. Twisted Pair) entsteht.

DE 196 31 770 A1 zeigt ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Verdrillen von mindestens zwei Einzelleitungen. Dabei werden die Leitungsenden der Einzelleitungen einerseits jeweils in einer drehbaren Entdrillspannaufnahme eines ersten Verdrillkopfs eingespannt und andererseits in einer gemeinsam um eine Verdrillachse drehbaren Verdrillspannaufnahme eines zweiten Verdrillkopfs eingespannt. Während des Verdrillvorgangs wird ein Drillschiff, welches sich zwischen den beiden Einzelleitungen befindet, von der Verdrillspannaufnahme zur Entdrillspannaufnahme entlang der Einzelleitungen bewegt. Dabei wird die Verfahrgeschwindigkeit des Drillschiffs mithilfe einer Steuerung eingestellt.

Nachteilig an der zuvor genannten Lösung ist, dass das Drillschiff während des Verdrillvorgangs lediglich von der Verdrillaufnahme in Richtung Entdrillspannaufnahme bewegbar ist. Daher muss das Drillschiff vor jedem neuerlichen Verdrillvorgang von der Entdrillspannaufnahme zur Verdrillaufnahme zurückverfahren werden. Dies führt zu einem erhöhten Zeitaufwand in der Produktion.

DE 20 2016 103 444 U1 zeigt eine Vorrichtung zum Erstellen eines Leitungsbündels von Leitungen, welche zwischen zwei Spannvorrichtungen eingespannt werden. Eine der Spannvorrichtungen weist einen drehbar gelagerten Träger und ein Gehäuse auf, wobei der drehbar gelagerte Träger für jede der zu verdrillenden Leitungen eine drehbar gelagerte Klemmaufnahme aufweist. Der Träger und die Klemmaufnahmen werden im Verdrillvorgang von einem Antrieb in Drehung versetzt. Die

Klemmaufnahmen stehen über eine Getriebeanordnung mit dem Gehäuse in Wirkverbindung, sodass die Klemmeinrichtungen in einem bestimmten Übersetzungsverhältnis gegen die Drehrichtung des Trägers drehen.

5 Nachteilig an der zuvor genannten Lösung ist, dass beim Verdrillen stets ein fixes Übersetzungsverhältnis sowie eine vorgegebene Drehrichtung zwischen den sich drehenden Klemmaufnahmen und den sich drehenden Trägern herrscht, sodass nur eine eingeschränkte Auswahl von Leitungstypen mit dieser Vorrichtung verdrillt werden können.

10 Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen oder mehrere Nachteile des Standes der Technik zu beheben. Insbesondere soll eine universell einsetzbare Verdrillkopfeinrichtung und/oder ein Verfahren zum Verseilen oder Verdrillen von optischen und/oder elektrischen Leitungen geschaffen werden. Weiter soll insbesondere eine universell einsetzbare Verdrillvorrichtung zum Verseilen oder Verdrillen und/oder ein Verfahren zum Verseilen oder Verdrillen von optischen
15 und/oder elektrischen Leitungen geschaffen werden, sowie ein computerimplementiertes Verfahren für eine Verdrillvorrichtung zum Verdrillen oder Verseilen von optischen und/oder elektrischen Leitungen bereitgestellt werden, welche einen oder mehrere Nachteile des Standes der Technik behebt.

20 Diese Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen definierten Vorrichtungen, Einrichtungen und Verfahren gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Figuren, der Beschreibung und insbesondere in den abhängigen Patentansprüchen dargelegt.

25 Eine erfindungsgemässe Verdrillkopfeinrichtung zum Verdrillen oder Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen, umfasst einen Verdrillrotor, eine Verdrillrotorantriebseinrichtung zum Antreiben des Verdrillrotors, eine erste Greifereinrichtung, die drehbar am Verdrillrotor angeordnet ist und zumindest eine weitere Greifereinrichtung, die drehbar am Verdrillrotor angeordnet ist. Der Verdrillrotor ist an der Verdrillkopfeinrichtung drehbar angeordnet und weist eine Rotationsachse auf. Zumindest die erste Greifereinrichtung ist mittels einer
30 Greiferantriebseinrichtung und einer Antriebswelle antreibbar. Die Antriebswelle erstreckt sich zumindest teilweise durch den Verdrillrotor.

Bei einer derartigen Verdrillkopfeinrichtung lässt sich zumindest die erste Greifereinrichtung unabhängig vom Verdrillrotor antreiben. Dies ermöglicht

beispielsweise, dass der Verdrillrotor und die erste sowie die zweite Greifereinrichtung jeweils unabhängig, insbesondere mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten oder Drehrichtungen angetrieben werden können. Dabei ist die Verdrillrotorantriebseinrichtung von der Greiferantriebseinrichtung mechanisch
5 getrennt. Somit lassen sich unterschiedlichste bzw. hoch empfindliche elektrischen und/oder optischen Leitungen reproduzierbar verseilen oder verdrillen.

Die zumindest teilweise Erstreckung der Antriebswelle im Verdrillrotor erlaubt einen kompakten Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung, wobei gleichzeitig die Möglichkeiten bzw. die Flexibilität in den Antriebsvarianten der Verdrillrotorantriebseinrichtung und
10 der Greiferantriebseinrichtung erhöht wird.

Vorteilhaft ist die Antriebswelle coaxial zur Rotationsachse des Verdrillrotors angeordnet. Damit sind die Antriebswelle und der Verdrillrotor um die gleichen Rotationsachse angeordnet, womit ein kompakter Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung möglich ist.

Vorzugsweise ist zumindest die erste Greifereinrichtung an einer ersten Greiferwelle angeordnet und weist eine erste Greiferdrehachse auf. Die Anordnung auf einer ersten Greiferwelle ermöglicht das Drehen der ersten Greifereinrichtung. Damit wird ein einfacher und stabiler Aufbau der ersten Greifereinrichtung an der Verdrillkopfeinrichtung sichergestellt, sodass nur geringe Fliehkräfte auf die
20 Greifereinrichtung wirken.

Vorteilhaft erstreckt sich die erste Greiferwelle zumindest teilweise in den Verdrillrotor. Dadurch wird der stabile Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung verbessert. Gleichzeitig erlaubt dies einen gesamthaft kompakten Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung.

Weiter vorteilhaft ist die erste Greiferdrehachse von der Rotationsachse des Verdrillrotors beabstandet. Die Beabstandung der Rotationsachse des Verdrillrotors von der ersten Greiferdrehachse der ersten Greifereinrichtung schafft einen definierten geometrischen Aufbau in der Verdrillkopfeinrichtung.

Vorteilhaft ist die erste Greiferdrehachse von der Rotationsachse des Verdrillrotors radial beabstandet. Dies erlaubt eine Bewegung der ersten Greiferwelle auf einer Kreisbahn um den Verdrillrotor, womit ein einfaches Verdrillen oder Verseilen der
30 Leitungen ermöglicht wird.

Bevorzugterweise weist der Verdrillrotor eine Rotorhohlwelle auf, wobei die Antriebswelle zumindest teilweise innerhalb der Rotorhohlwelle angeordnet ist. Die Anordnung der Antriebswelle innerhalb der Rotorhohlwelle ermöglicht einen kompakten Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung, wobei das Gesamtsystem eine geringere Trägheit und dadurch im Betrieb eine erhöhte Laufstabilität aufweist.

Vorteilhaft erstreckt sich die Antriebswelle durch den Verdrillrotor, wobei zumindest eine Antriebslagerungseinrichtung zumindest teilweise innerhalb des Verdrillrotors angeordnet ist, welche die Antriebswelle drehbar lagert. Damit ist die Antriebswelle zumindest teilweise im Verdrillrotor gelagert. Dies führt zu einer verbesserten Lagerungsstabilität der Antriebswelle in der Verdrillkopfeinrichtung. Die Positionierung der Antriebslagerungseinrichtung der Antriebswelle innerhalb des Verdrillrotors ermöglicht zudem eine Verbesserung in der Vibrationsunterdrückung der Antriebswelle. Dadurch ist eine Steigerung der Qualität im Herstellungsprozess der zu verdrillenden oder verseilenden Leitungen möglich.

Vorteilhaft ist die Antriebswelle relativ drehbar zum drehbaren Verdrillrotor angeordnet, womit sich unterschiedliche Drehrichtungen und/oder Drehgeschwindigkeiten der Antriebswelle und des Verdrillrotors realisieren lassen.

Vorzugsweise ist zumindest die weitere Greifereinrichtung mittels der Greiferantriebseinrichtung und der Antriebswelle antreibbar. Dadurch lässt sich auch die weitere Greifereinrichtung unabhängig vom Verdrillrotor antreiben, wodurch die Qualität in der Herstellung der zu verseilten oder zu verdrillten Leitungen weiter verbessert wird.

Vorteilhaft ist die weitere Greifereinrichtung an einer weiteren Greiferwelle angeordnet. Die Anordnung auf einer weiteren Greiferwelle ermöglicht das Drehen der weiteren Greifereinrichtung relativ zum Verdrillrotor.

Weiter vorteilhaft erstreckt sich die weitere Greiferwelle zumindest teilweise im Verdrillrotor und weist eine weitere Greiferdrehachse auf, wodurch der kompakte Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung auch mit mehreren Greifereinrichtungen realisierbar ist.

Weiter vorteilhaft ist die weitere Greiferdrehachse von der Rotationsachse des Verdrillrotors beabstandet, womit ein definierter geometrischer Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung ermöglicht wird.

Bevorzugterweise ist zumindest eine Greiferlagerungseinrichtung innerhalb des Verdrillrotors angeordnet, welche zumindest die erste Greifereinrichtung drehbar lagert. Dies ermöglicht eine einfache Lagerung der ersten Greifereinrichtung in der Verdrillkopfeinrichtung sowie einen kompakten Aufbau der Verdrillkopfeinrichtung.

- 5 Vorteilhaft lagert eine weitere Greiferlagerungseinrichtung auch die weitere Greifereinrichtung drehbar innerhalb des Verdrillrotors, womit sich das an sich komplexe, drehende System einfach innerhalb des Verdrillrotors lagern lässt.

Vorzugsweise weist der Verdrillrotor eine Verbindungswelle auf, welche eine Wirkverbindung zwischen der Antriebswelle und zumindest der ersten Greiferwelle
10 herstellt. Die Wirkverbindung ist mithilfe zumindest einer ersten Getriebeeinrichtung herstellbar. Die erste Getriebeeinrichtung ist zwischen der Antriebswelle und der Verbindungswelle angeordnet. Damit ist die Verbindungswelle von der Antriebswelle im Verdrillrotor räumlich entkoppelt und trotzdem mittels dieser Greiferantriebseinrichtung antreibbar.

- 15 Vorteilhaft ist die Wirkverbindung mithilfe einer weiteren Getriebeeinrichtung herstellbar, welche zwischen der Verbindungswelle und zumindest der ersten Greiferwelle angeordnet ist. Dadurch ist die ersten Greiferwelle von der Greiferantriebseinrichtung einfach antreibbar.

Weiter vorteilhaft ist die Wirkverbindung mithilfe der weiteren Getriebeeinrichtung
20 herstellbar, welche zwischen der Verbindungswelle und zumindest der ersten Greiferwelle sowie zwischen der Verbindungswelle und der weiteren Greiferwelle angeordnet ist. Damit lässt sich neben der ersten Greiferwelle auch die weitere Greiferwelle mit nur einer Greiferantriebseinrichtung einfach antreiben.

Bevorzugterweise ist eine Verbindungslagerungseinrichtung innerhalb des
25 Verdrillrotors angeordnet, welche die Verbindungswelle drehbar lagert. Dies führt zu einer erhöhten Lagerungsstabilität und somit zu einer erhöhten Laufstabilität der Verbindungswelle innerhalb des Verdrillrotors.

Vorzugsweise sind die Greiferantriebseinrichtung und die Verdrillrotorantriebseinrichtung zumindest teilweise an einer gemeinsamen
30 Befestigungseinrichtung angeordnet. Dabei lassen sich die einzelnen Antriebe unabhängig voneinander an einer gemeinsamen Befestigungseinrichtung montieren.

Vorteilhaft sind die Greiferantriebseinrichtung sowie die Verdrillrotorantriebseinrichtung mit einer Steuereinrichtung verbunden. Somit sind die Greiferantriebseinrichtung und die Verdrillrotorantriebseinrichtung jeweils unabhängig voneinander mit der Steuereinrichtung verbunden und können jeweils
5 unabhängig Steuerbefehle bzw. Bewegungsbefehle empfangen.

Weiter vorteilhaft sind die Greiferantriebseinrichtung und die Verdrillrotorantriebseinrichtung zumindest teilweise an einer gemeinsamen Befestigungseinrichtung angeordnet. Durch diese Anordnung lassen sich die Greiferantriebseinrichtung sowie die Verdrillrotorantriebseinrichtung einfach und
10 platzsparend auf der Verdrillkopfeinrichtung befestigen. Darüber hinaus sind die Greiferantriebseinrichtung sowie die Verdrillrotorantriebseinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden. Somit können Steuerbefehle bzw. Bewegungsbefehle jeweils unabhängig, jedoch gleichzeitig, von der Steuereinrichtung an die Greiferantriebseinrichtung und die Verdrillrotorantriebseinrichtung gesendet werden.

15 Bevorzugterweise weist zumindest die erste Greifereinrichtung zumindest einen Greifer zum Greifen eines Leitungsendes der Leitung auf, womit das Leitungsende der Leitung einfach einspannbar ist.

Vorteilhaft weist der zumindest eine Greifer eine axial geführte Schliesshülse zum zumindest teilweisen Umschliessen des zumindest einen Greifers auf. Die
20 Schliesshülse umfasst den zumindest einen Greifer. Das ermöglicht das einfache und sichere Halten des Leitungsendes der Leitung.

Vorteilhaft weist die weitere Greifereinrichtung zumindest einen weiteren Greifer zum Greifen eines Leitungsendes einer weiteren Leitung auf, womit das Leitungsende der weiteren Leitung einfach einspannbar ist.

25 Vorteilhaft weist der zumindest eine weitere Greifer eine axial geführte Schliesshülse zum zumindest teilweisen Umschliessen des zumindest einen weiteren Greifers auf. Das ermöglicht das einfache und sichere Halten des Leitungsendes der Leitung.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen von elektrischen und/oder optischen Leitungen und weist zumindest die folgenden
30 Schritte auf:

- Einspannen von einem ersten Leitungsende einer ersten Leitung in eine erste Greifereinrichtung;

- Einspannen zumindest von einem ersten Leitungsende einer weiteren Leitung in eine weitere Greifereinrichtung;
- Antreiben eines Verdrillrotors mit einer ersten Anzahl von Umdrehungen um eine Rotationsachse des Verdrillrotors mithilfe einer Verdrillrotorantriebseinrichtung;
- Antreiben von zumindest der ersten Greifereinrichtung um eine erste Greiferdrehachse mit einer weiteren Anzahl von Umdrehungen mithilfe einer Greiferantriebseinrichtung;
- Antreiben von zumindest der weiteren Greifereinrichtung um eine weitere Greiferdrehachse mit der weiteren Anzahl von Umdrehungen mithilfe der Greiferantriebseinrichtung, wobei die erste Anzahl von Umdrehungen und die weitere Anzahl von Umdrehungen von einer Steuereinrichtung vorgegeben werden.

Dies ermöglicht, die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen um deren jeweilige Längsachse zu verdrehen und auch gegenseitig um die Rotationsachse des Verdrillrotors zu verdrehen, sodass ein Verdrillen oder Verseilen der eingespannten Leitungen möglich ist. Dabei werden optische und/oder elektrische Leitungen, welche empfindlich auf die Anzahl der Umdrehungen und der darauffolgenden mechanischen Belastung im Verseilvorgang oder Verdrillvorgang reagieren, reproduzierbar mit geringem Ausschuss bei der Herstellung verseilbar oder verdrillbar.

Vorteilhaft wird das Verfahren mit der zuvor beschriebenen Verdrillkopfeinrichtung durchgeführt, wodurch Leitungsbündel mit einer besonders hohen Qualität erzeugt werden.

Vorzugsweise ist die weitere Anzahl von Umdrehungen 50% bis 98% der ersten Anzahl von Umdrehungen. Die unterschiedlichen Anzahlen der Umdrehungen erlaubt beispielsweise im Verdrillvorgang ein gleichzeitiges Rückverdrillen der einzelnen Leitungen.

Vorteilhaft ist die weitere Anzahl von Umdrehungen 60% bis 70% der ersten Anzahl von Umdrehungen, womit ein verbessertes Rückverdrillen im Verdrillvorgang möglich ist. Der Verdrillrotor dreht somit mit einer höheren Anzahl von Umdrehungen um die Rotationsachse als die erste Greifereinrichtung bzw. die weitere Greifereinrichtung

um deren Greiferdrehachsen. Dies hat eine Zeitersparnis im Verseilvorgang bzw. im Verdrillvorgang zur Folge.

Bevorzugterweise werden der Verdrillrotor und zumindest die erste Greifereinrichtung in gleichläufiger Drehrichtung angetrieben oder der Verdrillrotor
5 und zumindest die erste Greifereinrichtung in gegenläufiger Drehrichtung angetrieben, womit ein integriertes Rückverdrillen im Verdrillvorgang ermöglicht wird und/oder bestimmte Eigenschaften im Leitungsbündel eingestellt werden können.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Verdrillvorrichtung zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen, umfassend eine erste
10 Verdrillkopfeinrichtung mit einem ersten Verdrillrotor und mit einer Einspanneinrichtung. Der erste Verdrillrotor ist drehbar an der ersten Verdrillkopfeinrichtung angeordnet und die erste Verdrillkopfeinrichtung und die Einspanneinrichtung sind voneinander beabstandet. Die Verdrillvorrichtung weist ein
15 Verseilschiff auf, welches zumindest von einer ersten Position in eine weitere Position entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung bewegbar ist. Die Verdrillvorrichtung weist eine Steuereinrichtung zum Steuern zumindest der ersten Verdrillkopfeinrichtung auf, wobei die Verdrillvorrichtung zumindest eine erste Sensoreinrichtung zur Erkennung der Lage des Verseilschiffs aufweist.

20 Das Erkennen der Lage des Verseilschiffs ermöglicht es, diese Lage einem Bediener zu übermitteln. Damit kann ein Bediener der Verdrillvorrichtung, welcher beispielsweise in einem Kontrollraum fernab von der Verdrillvorrichtung stationiert ist, feststellen, in welcher Lage sich das Verseilschiff befindet. Anhand dieser Lage kann der Bediener entscheiden, ob an der Verdrillvorrichtung entweder ein
25 Verdrillvorgang oder einen Verseilvorgang gestartet werden kann. Damit kann das Leitungsbündel entweder mithilfe eines Verseilvorgangs oder mithilfe eines Verdrillvorgangs hergestellt werden.

Da die Lage des Verseilschiffs erkannt wird, lassen sich die beide Herstellungsprozesse an derselben Vorrichtung ausführen, ohne dass der Bediener
30 der Verdrillvorrichtung direkt an der Maschine stationiert sein muss, bspw. um die Lage des Verseilschiffes zu überprüfen.

Typischerweise ist das Verseilschiff als Bolzen ausgebildet, womit das Verseilschiff einfach herstellbar ist.

Vorteilhaft ist die erste Sensoreinrichtung mit der Steuereinrichtung der Verdrillvorrichtung zum Austausch von Sensordaten verbunden. Die Sensordaten, beispielsweise Sensordaten zur Lage des Verseilschiffs, sind somit an die Steuereinrichtung übermittelbar und lassen sich in der Steuereinrichtung sammeln und gegebenenfalls dort weiterverarbeiten. Dabei umfassen diese Sensordaten, nichtabschliessend aufgezählt, Datensätze zu Positionsangaben, zu Lageangaben oder zu Zustandsangaben, welche das Verseilschiff betreffen.

Vorteilhaft weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine, wie vorliegend beschriebene, Verdrillkopfeinrichtung als erste Verdrillkopfeinrichtung auf. Die Verdrillkopfeinrichtung weist eine Verdrillrotorantriebseinrichtung und einer Greiferantriebseinrichtung auf. Diese sind unabhängig voneinander von der Steuereinrichtung der Verdrillvorrichtung ansteuerbar. Dies erlaubt es, entweder einen Verdrillvorgang oder einen Verseilvorgang an der Verdrillvorrichtung auszuführen. Die erste Verdrillkopfeinrichtung weist einen besonders kompakten Aufbau auf. Dies begünstigt wiederum den kompakten Aufbau der Verdrillvorrichtung. Der Hersteller von Leitungsbündeln aus unterschiedlichsten elektrischen und/oder optischen Leitungen benötigt somit nur mehr eine Vorrichtung zum Verseilen oder Verdrillen von Leitungen, wodurch die Produktionskosten in einer Fertigungshalle enorm reduziert werden.

Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung eine erste Positioniereinrichtung auf, an welcher das Verseilschiff angeordnet ist. Das Verseilschiff ist mithilfe dieser ersten Positioniereinrichtung in eine Verseilposition bringbar. Damit erlaubt die Verdrillvorrichtung die Durchführung eines Verseilvorgangs, wenn sich das Verseilschiff in einer Verseilposition befindet.

Alternativ oder ergänzend ist das Verseilschiff mit dieser Positioniereinrichtung in eine Ruheposition bringbar. Damit erlaubt die Verdrillvorrichtung die Durchführung eines Verdrillvorgangs, wenn sich das Verseilschiff in einer Ruheposition befindet. Weiters ist das Verseilschiff einfach von der Verseilposition in die Ruheposition bringbar und umgekehrt von der Ruheposition in die Verseilposition bringbar, womit ein Verseilvorgang oder ein Verdrillvorgang an der Verdrillvorrichtung ausführbar wird.

Als Verseilposition wird jede Position bezeichnet, in welcher sich das Verseilschiff zwischen den zu verseilenden Leitungen befindet. Als Ruheposition des Verseilschiffs wird jede Position bezeichnet, in der das Verseilschiff keinen Beitrag zum Verseilvorgang leistet.

Vorteilhaft ist das Verseilschiff in die Verseilposition oder in die Ruheposition linear einbringbar, wodurch ein einfach kontrollierbares Bewegen des Verseilschiffs ermöglicht wird. Das Verseilschiff wird dann typischerweise von einer Seite der Verdrillvorrichtung zwischen den zu verseilenden Leitungen eingeführt.

- 5 Vorteilhaft ist die Positioniereinrichtung so ausgebildet, dass das Verseilschiff ausgehend von einer Position über der Verdrillkopfeinrichtung in Richtung zu den zu verseilenden Leitungen hin zwischen die zu verseilenden Leitungen linear einbringbar ist. Damit wird der Zugang für den Bediener, beispielsweise bei Wartungsarbeiten, zur Verdrillvorrichtung erleichtert. Weiters wird das fertig verseilte Leitungsbündel
10 nach Beendigung des Verseilvorgangs somit nicht mit dem Verseilschiff kollidieren können, wenn es nach dessen Freigabe in einen Auffangbehälter der Verdrillvorrichtung fällt.

- Alternativ oder ergänzend ist auf der ersten Positioniereinrichtung eine Abstützeinrichtung angeordnet, wobei die Abstützeinrichtung in eine Abstützposition
15 und/oder in eine Ruheposition bringbar ist. Die Abstützeinrichtung stützt die Leitungen während des Verseilvorgangs oder des Verdrillvorgangs ab, womit die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen weniger durchhängen und somit mechanisch weniger beansprucht werden. Dies verbessert zusätzlich die Qualität der Leitungsbündel.

- 20 Als Abstützposition wird jede Position bezeichnet, in welcher die Abstützeinrichtung an den zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen anliegt. Beispielsweise liegen dabei die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen im in der Verdrillvorrichtung eingespannten Zustand auf der Abstützeinrichtung auf. Als Ruheposition der Abstützeinrichtung wird jede Position bezeichnet, in der die
25 Abstützeinrichtung keinen Beitrag zum Herstellungsprozess leistet.

Vorteilhaft ist die Abstützeinrichtung in eine Abstützposition und in eine Ruheposition schwenkbar. Dadurch lässt sich die Abstützeinrichtung besonders einfach bewegen und an der ersten Positioniereinrichtung der Verdrillvorrichtung genau positionieren.

- Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung eine weitere Abstützeinrichtung zum
30 Abstützen von zumindest einer Leitung auf, wobei die weitere Abstützeinrichtung bewegbar ist. Damit lässt sich die Leitung an einer weiteren Position abstützen.

Vorteilhaft ist die weitere Abstützeinrichtung an einer weiteren Positioniereinrichtung angeordnet sowie in eine Abstützposition und in eine Ruheposition bringbar. Damit

ist die weitere Abstützeinrichtung mit der weiteren Positioniereinrichtung unabhängig von dem Verseilschiff bewegbar.

Vorteilhaft ist die weitere Abstützeinrichtung schwenkbar. Damit lässt sich die weitere Abstützeinrichtung besonders einfach bewegen und an der weiteren
5 Positioniereinrichtung der Verdrillvorrichtung präzise positionieren.

Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung einen Verseilschiffantrieb zum Positionieren des Verseilschiffs von einer Verseilposition in eine Ruheposition auf, womit das Verseilschiff einfach aus der Verseilposition bringbar ist.

Vorteilhaft ist der Verseilschiffantrieb zum Positionieren des Verseilschiffs von einer
10 Ruheposition in eine Verseilposition ausgebildet, womit eine automatische Positionierung des Verseilschiffs ermöglicht wird.

Alternativ oder ergänzend weist die Verdrillvorrichtung einen Abstützeinrichtungsantrieb zum Positionieren der Abstützeinrichtung von einer Abstützposition in eine Ruheposition auf, wodurch die Abstützeinrichtung einfach aus
15 der Abstützposition bringbar ist.

Vorteilhaft ist der Abstützeinrichtungsantrieb zum Positionieren der Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition ausgebildet, wodurch die Abstützeinrichtung präzise und reproduzierbar an die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen bringbar ist.

Vorteilhaft ist der Abstützeinrichtungsantrieb zum Schwenken der Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition ausgebildet, wodurch die Abstützeinrichtung besonders einfach und reproduzierbar an die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen bringbar ist.

Vorteilhaft ist zumindest einer der beiden Antriebe mit der Steuereinrichtung
25 verbunden. Dies erlaubt den Austausch von Steuerungsdaten zwischen der Steuereinrichtung und dem Verseilschiffantrieb und/oder dem Abstützeinrichtungsantrieb, womit diese das Verseilschiff und/oder die Abstützeinrichtung und/oder die weitere Abstützeinrichtung reproduzierbar zwischen oder an die Leitungen bringen können.

Vorteilhaft weist die Verdrillvorrichtung einen weiteren Abstützeinrichtungsantrieb zum Positionieren der weiteren Abstützeinrichtung auf, welcher mit der
30

Steuereinrichtung verbunden ist. Dies erlaubt eine Abstützung der Leitungen an zumindest einer weiteren Position in der Verdrillvorrichtung.

Vorteilhaft ist der weitere Abstützeinrichtungsantrieb zum Schwenken der weiteren Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition ausgebildet, 5 wodurch die weitere Abstützeinrichtung besonders einfach und reproduzierbar an die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen bringbar ist.

Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine zweite Sensoreinrichtung auf, welche zur Erkennung der Lage der Abstützeinrichtung ausgebildet ist, womit die Abstützposition an den zu verdrillenden oder verseilenden 10 Leitungen erkennbar ist sowie die Ruheposition der Abstützeinrichtung erkennbar ist. Dies ermöglicht eine reproduzierbare Positionierung der Abstützeinrichtung.

Vorteilhaft ist die zweite Sensoreinrichtung mit der Steuereinrichtung zum Austausch von Sensordaten verbunden. Dabei umfassen diese Sensordaten weiters nichtabschliessend aufgezählt Datensätze zu Positionsangaben, Lageangaben oder 15 Zustandsangaben, welche die Abstützeinrichtung betreffen. Die Sensordaten können in der Steuereinrichtung verarbeitet werden und anschliessend für das weitere Steuern der Abstützeinrichtung berücksichtigt werden. Dies erlaubt ein präzises Abstützen der zu verseilenden oder verdrillenden Leitungen, womit insbesondere bei sehr langen Leitungen ein Durchhängen der Leitungen in der Verdrillvorrichtung 20 unterbunden wird und somit die mechanische Belastung der Leitungen im Verseilvorgang oder im Verdrillvorgang reduziert wird.

Vorteilhaft weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine dritte Sensoreinrichtung auf, welche zur Erkennung der Lage der weiteren Abstützeinrichtung ausgebildet ist, womit die Abstützposition an den zu verdrillenden oder verseilenden Leitungen 25 erkennbar ist sowie die Ruheposition der weiteren Abstützeinrichtung erkennbar ist.

Vorteilhaft ist die dritte Sensoreinrichtung mit der Steuereinrichtung zum Austausch von Sensordaten verbunden. Dabei umfassen diese Sensordaten weiters nichtabschliessend aufgezählt Datensätze zu Positionsangaben, Lageangaben oder Zustandsangaben, welche die weitere Abstützeinrichtung betreffen. Die Sensordaten 30 können in der Steuereinrichtung verarbeitet werden und anschliessend für das weitere Steuern der weiteren Abstützeinrichtung berücksichtigt werden. Dies erlaubt ein präzises Abstützen der zu verseilenden oder verdrillenden Leitungen an einer

weiteren Position, womit insbesondere bei sehr langen Leitungen ein Durchhängen der Leitungen in der Verdrillvorrichtung unterbunden wird.

Vorzugsweise ist die erste Positioniereinrichtung des Verseilschiffs bewegbar an einer ersten Führungseinrichtung angeordnet, wobei das Verseilschiff entlang einer
5 Richtung zwischen der Einspanneinrichtung und der ersten Verdrillkopfeinrichtung bewegbar ist. Somit lässt sich das Verseilschiff von der Einspanneinrichtung in Richtung zur ersten Verdrillkopfeinrichtung hinbewegen sowie von der ersten Verdrillkopfeinrichtung in Richtung zur Einspanneinrichtung hinbewegen.

Vorteilhaft weist die erste Positioniereinrichtung eine Antriebseinrichtung zum
10 Bewegen der ersten Positioniereinrichtung an der ersten Führungseinrichtung auf, womit das Verseilschiff automatisch zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung bewegbar ist.

Vorteilhaft ist das Verseilschiff an der Abstützeinrichtung angeordnet. Dies erlaubt einen vereinfachten Aufbau des Verseilschiffs und der Abstützeinrichtung an der
15 ersten Positioniereinrichtung. Beispielsweise sind die Abstützeinrichtung und das Verseilschiff einteilig ausgebildet, womit die Leitungen gleichzeitig verseilt und abgestützt werden.

Vorteilhaft ist das Verseilschiff, womit die zu verseilenden Leitungen besonders präzise verseilt werden können.

20 Alternativ oder ergänzend ist die Abstützeinrichtung T-förmig ausgebildet, womit die zu verseilenden Leitungen besonders präzise gehalten bzw. verseilt und gehalten werden können.

Alternativ oder ergänzend ist die Positioniereinrichtung der Abstützeinrichtung bewegbar an der ersten Führungseinrichtung angeordnet, wobei die
25 Abstützeinrichtung entlang einer Richtung zwischen der Einspanneinrichtung und der ersten Verdrillkopfeinrichtung bewegbar ist.

Vorteilhaft weist die Positioniereinrichtung eine Antriebseinrichtung zum Bewegen der Positioniereinrichtung an der ersten Führungseinrichtung auf, womit die
30 Abstützeinrichtung automatisch zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung bewegbar ist.

Vorteilhaft ist die weitere Positioniereinrichtung der weiteren Abstützeinrichtung bewegbar an der ersten Führungseinrichtung angeordnet, wobei die weitere Abstützeinrichtung entlang einer Richtung zwischen der Einspanneinrichtung und der ersten Verdrillkopfeinrichtung bewegbar ist.

- 5 Vorteilhaft weist die weitere Positioniereinrichtung eine Antriebseinrichtung zum Bewegen der weiteren Positioniereinrichtung an der ersten Führungseinrichtung auf, womit die weitere Abstützeinrichtung automatisch zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung bewegbar ist.

- 10 Bevorzugterweise ist die Einspanneinrichtung als weitere Verdrillkopfeinrichtung ausgebildet sowie mit der Steuereinrichtung zum Steuern zumindest der weiteren Verdrillkopfeinrichtung verbunden. Dies erhöht die Flexibilität der Verdrillvorrichtung.

Vorteilhaft ist die Einspanneinrichtung als hier vorliegende weitere Verdrillkopfeinrichtung ausgebildet, womit ein kompakter Aufbau der Verdrillvorrichtung möglich ist.

- 15 Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung eine Recheneinrichtung und eine Speichereinrichtung auf, welche mit der Steuereinrichtung verbunden sind. Dies erlaubt es, einerseits neue Datensätze bzw. Bewegungsbefehle in der Recheneinheit zu errechnen und andererseits in der Speichereinheit gespeicherte Datensätze bzw. Bewegungsbefehle an die Steuereinrichtung zu übermitteln.

- 20 Vorteilhaft sind mithilfe der Recheneinrichtung zumindest Sensordaten der ersten Sensoreinrichtung des Verseilschiffs verarbeitbar. Damit lassen sich beispielsweise die Sensordaten zumindest der ersten Sensoreinrichtung in Steuerbefehle bzw. Bewegungsbefehle zum Steuern der Lage oder Position des Verseilschiffs verarbeiten.

- 25 Alternativ oder ergänzend sind mithilfe der Recheneinrichtung zumindest Sensordaten der zweiten Sensoreinrichtung der Abstützeinrichtung verarbeitbar. Damit lassen sich beispielsweise die Sensordaten zumindest der zweiten Sensoreinrichtung in Datensätze bzw. Bewegungsbefehle zum Steuern der Lage oder Position der Abstützeinrichtung verarbeiten.

- 30 Vorteilhaft sind die Sensordaten der ersten Sensoreinrichtung in der Speichereinrichtung speicherbar, womit bedarfsweise auf die gespeicherten Sensordaten zugegriffen werden kann.

Alternativ oder ergänzend sind die Sensordaten der zweiten Sensoreinrichtung in der Speichereinrichtung speicherbar, womit bedarfsweise auf die gespeicherten Sensordaten zugegriffen werden kann.

5 Vorteilhaft sind mithilfe der Recheneinrichtung zumindest Sensordaten der dritten Sensoreinrichtung des Verseilschiffs verarbeitbar. Damit lassen sich beispielsweise die Sensordaten zumindest der dritten Sensoreinrichtung in Steuerbefehle bzw. Bewegungsbefehle zum Steuern der Lage oder Position der weiteren Abstützeinrichtung verarbeiten.

10 Vorteilhaft sind die Sensordaten der dritten Sensoreinrichtung in der Speichereinrichtung speicherbar, womit bedarfsweise auf die gespeicherten Sensordaten zugegriffen werden kann.

Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung eine weitere Führungseinrichtung zum linearen Bewegen von zumindest der Einspanneinrichtung entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung auf. Dies ermöglicht eine Positionierung zumindest der Einspanneinrichtung, um die Leitungsspannung während des Verseilvorgangs oder des Verdrillvorgangs konstant zu halten.

20 Alternativ dazu weist die Verdrillvorrichtung eine weitere Führungseinrichtung zum linearen Bewegen von zumindest der ersten Verdrillkopfeinrichtung entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung auf. Dies ermöglicht eine Positionierung zumindest der ersten Verdrillkopfeinrichtung, um die Leitungsspannung während des Verseilvorgangs oder des Verdrillvorgangs konstant zu halten.

25 Vorteilhaft sind die erste Verdrillkopfeinrichtung und die Einspanneinrichtung auf der weiteren Führungseinrichtung entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung linear bewegbar angeordnet. Dies erlaubt ein gleichzeitiges Bewegen bzw. ein symmetrisches Bewegen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspanneinrichtung während des Verdrill- oder Verseilvorgangs.

30 Vorteilhaft weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine weitere Sensoreinrichtung auf, welche eine Lage der ersten Verdrillkopfeinrichtung an der weiteren Führungseinrichtung erkennt und Sensordaten an die Steuereinrichtung übermittelt. Dies erlaubt es, die Sensordaten in weitere Folge in der Recheneinrichtung zu

bearbeiten und in der Speichereinrichtung zu speichern. Dies erhöht die Qualität der hergestellten Leitungsbündel.

Alternativ oder ergänzend weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine weitere Sensoreinrichtung auf, welche eine Lage der Einspanneinrichtung an der weiteren
5 Führungseinrichtung erkennt und Sensordaten an die Steuereinrichtung übermittelt. Dies erlaubt es, die Sensordaten in weitere Folge in der Recheneinrichtung zu bearbeiten und in der Speichereinrichtung zu speichern. Damit lässt sich eine vollkommen reproduzierbare Bewegung der ersten Verdrillkopfeinrichtung sowie der Einspanneinrichtung durchführen, womit die verseilten oder verdrillten
10 Leitungsbündel reproduzierbar herstellbar sind.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verseilen oder Verdrillen von zumindest zwei elektrischen und/oder optischen Leitungen mit einer Verdrillvorrichtung, welche zumindest eine erste Verdrillkopfeinrichtung mit einem Verdrillrotor aufweist. Das Verfahren weist zumindest die folgenden Schritte auf:

- 15 - Einspannen einer ersten Leitung in der Verdrillvorrichtung;
- Einspannen zumindest einer weiteren Leitung in der Verdrillvorrichtung;
- Erkennen zumindest einer Lage und Bestimmen einer Verseilposition oder einer Ruheposition eines Verseilschiffs mit einer ersten Sensoreinrichtung;
- Durchführen eines Verseilvorgangs oder eines Verdrillvorgangs an den
20 zumindest zwei Leitungen, wobei ein Verseilvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff in der Verseilposition befindet und ein Verdrillvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff in der Ruheposition befindet.

Das Erkennen der Lage des Verseilschiffs ermöglicht es, diese Lage einem Bediener der Verdrillvorrichtung zu übermitteln. Damit kann ein Bediener, welcher
25 beispielsweise in einem Kontrollraum fernab von der Verdrillvorrichtung stationiert ist, feststellen, in welcher Lage sich das Verseilschiff befindet. Anhand dieser Lage kann der Bediener entscheiden, ob an der Verdrillvorrichtung entweder ein Verdrillvorgang oder einen Verseilvorgang gestartet werden kann.

Vorteilhaft ist die Verdrillvorrichtung eine wie vorliegend beschriebene
30 Verdrillvorrichtung und weist eine wie vorliegend beschriebene erste

Verdrillkopfeinrichtung mit einem Verdrillrotor auf, womit der Verseilvorgang oder der Verdrillvorgang vollautomatisch durchgeführt werden kann.

Vorteilhaft werden die beiden Leitungen parallel zueinander in der Verdrillvorrichtung eingespannt, womit die zu verseilenden Leitungen oder zu verdrillenden Leitungen
5 einfach herstellbar sind.

Vorzugsweise wird vor dem Durchführen des Verseilvorgangs zumindest das Verseilschiff in eine Verseilposition bewegt oder das Verseilschiff vor dem Durchführen des Verdrillvorgangs in eine Ruheposition bewegt. Dadurch wird der vorab vom Bediener der Verdrillvorrichtung festgelegte Vorgang zum Herstellen des
10 Leitungsbündels automatisch ausführbar.

Bevorzugterweise wird eine Lage einer Abstützeinrichtung mit einer zweiten Sensoreinrichtung erkannt. Damit kann einfach entschieden werden, ob die Abstützeinrichtung im Verseilvorgang oder Verdrillvorgang eingesetzt werden soll.

Vorteilhaft wird die Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition
15 bewegt, wodurch die Abstützeinrichtung anschliessend an den zu verseilenden oder verdrillenden Leitungen anliegt und diese stützen kann.

Vorteilhaft wird die Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition geschwenkt, wodurch eine einfache Bewegung durchgeführt wird.

Vorteilhaft wird die Abstützeinrichtung während dem Verseilvorgang oder dem
20 Verdrillvorgang von einer ersten Abstützposition in eine weitere Abstützposition bewegt, sodass die zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen stets an der Abstützeinrichtung anliegen und somit die Qualität der hergestellten verseilten oder verdrillten Leitungsbündel verbessert wird.

Vorzugsweise wird das Verseilschiff während des Verseilvorgangs entlang einer
25 Richtung von der Einspanneinrichtung in Richtung der ersten Verdrillkopfeinrichtung wegbewegt, womit die Schlaglänge im zu verseilenden Leitungsbündel eingestellt werden kann.

Vorteilhaft wird zumindest eine Position des Verseilschiffes entlang dieser Richtung von zumindest einer weiteren Sensoreinrichtung bestimmt und die Sensordaten an
30 die Steuereinrichtung übermittelt sowie von der Steuereinrichtung weiterverarbeitet. Dies erlaubt eine präzise Einstellung bzw. Berechnung der Schlaglänge im zu

verseilenden Leitungsbündel, womit die Qualität im verseilten Leitungsbündel verbessert wird. Beispielsweise geht damit die Verkürzung des Leitungspaares beim Verseilen bzw. beim Verdrillen und damit die Längenkompensierung durch Verfahren der Einspannvorrichtung in Richtung der ersten Verdrillkopfeinrichtung in die
5 Berechnung ein.

Bevorzugterweise wird die Abstützeinrichtung während des Verseilvorgangs oder während des Verdrillvorgangs entlang einer Richtung von der Einspanneinrichtung zu der ersten Verdrillkopfeinrichtung wegbewegt. Dies erlaubt ein konstantes Abstützen der zu verseilenden oder verdrillenden Leitungen, insbesondere im Bereich des
10 Verseilschiffs.

Vorteilhaft wird zumindest eine Position der Abstützeinrichtung entlang dieser Richtung von zumindest einer weiteren Sensoreinrichtung bestimmt und die Sensordaten an die Steuereinrichtung übermittelt sowie von der Steuereinrichtung weiterverarbeitet. Mithilfe der bestimmten bzw. weiterverarbeiteten Sensordaten
15 lässt sich die Abstützeinrichtung präzise steuern, womit ein stabiles Abstützen der zu verseilenden oder zu verdrillenden Leitungen ermöglicht wird und somit die Qualität der hergestellten Leitungsbündel verbessert wird.

Vorzugsweise wird das Verseilschiff nach dem Verseilvorgang in eine Ruheposition bewegt, womit das verseilte Leitungsbündel einfach aus der Verdrillvorrichtung
20 ausgegeben werden kann.

Alternativ oder ergänzend wird die Abstützeinrichtung nach dem Verseilvorgang oder dem Verdrillvorgang in eine Ruheposition bewegt, womit das verseilte Leitungsbündel einfach aus der Verdrillvorrichtung ausgegeben werden kann.

Vorteilhaft wird die Bewegung in die Ruheposition durch die Beendigung des
25 Verseilvorgangs oder des Verdrillvorgangs ausgelöst, womit der Herstellungsprozess beim Verseilen oder Verdrillen beschleunigt wird.

Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung eine zweite Verdrillkopfeinrichtung mit einem zweiten Verdrillrotor auf, der zumindest eine erste Greifereinrichtung und eine weitere Greifereinrichtung aufweist. Während des Verseilvorgangs wird der
30 Verdrillrotor der ersten Verdrillkopfeinrichtung in Drehung versetzt und die erste Greifereinrichtung und die weitere Greifereinrichtung der zweiten Verdrillkopfeinrichtung in Drehung versetzt. Das Verseilschiff wird entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der zweiten

Verdrillkopfeinrichtung bewegt. Dies erlaubt es, einen präzisen Verseilvorgang in einer ersten Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der zweiten Verdrillkopfeinrichtung durchzuführen.

- Vorzugsweise weist die erste Verdrillkopfeinrichtung eine erste Greifereinrichtung sowie eine weitere Greifereinrichtung auf. Nach dem Verseilvorgang werden zwei weitere Leitungen in die Verdrillvorrichtung eingespannt und anschliessend die erste Greifereinrichtung und die weitere Greifereinrichtung der ersten Verdrillkopfeinrichtung in Drehung versetzt. Der Verdrillrotor der zweiten Verdrillkopfeinrichtung wird in Drehung versetzt, wobei das Verseilschiff entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der zweiten Verdrillkopfeinrichtung bewegt wird. Dies erlaubt es einen Verseilvorgang in eine Richtung durchzuführen, welche entgegengesetzt zu der zuvor genannten Richtung verläuft. Damit lassen sich Verseilvorgänge in beiden Richtungen zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der zweiten Verdrillkopfeinrichtung durchführen.
- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zum automatischen Bestimmen und Erzeugen von Datensätzen und/oder Bewegungsbefehlen zum Steuern zumindest einer, insbesondere wie vorliegend beschriebenen, Verdrillkopfeinrichtung oder einer, insbesondere wie vorliegend beschriebenen, Verdrillvorrichtung, welche ein Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen von zumindest zwei Leitungen, insbesondere ein wie vorliegend beschriebenes Verfahren, ausführt. Dabei wird eine Lage eines Verseilschiffs mit einer ersten Sensoreinrichtung erkannt und zumindest ein Datensatz und/oder ein Bewegungsbefehl erzeugt und gespeichert, welcher die Lage des Verseilschiffs angibt. Damit lässt sich die Lage des Verseilschiffs vollautomatisch bestimmen und die Lage des Verseilschiffs überwachen und weiterverarbeiten.

- Alternativ oder ergänzend gibt der zumindest eine erzeugte und gespeicherte Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung des Verseilschiffs von einer Ruheposition in eine Verseilposition an. Mithilfe des zumindest einen erzeugten und gespeicherten Datensatz und/oder Bewegungsbefehls wird ein reproduzierbares Bewegen des Verseilschiffs in die Verseilposition ermöglicht.

Vorteilhaft gibt der zumindest eine erzeugte und gespeicherte Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung des Verseilschiffs von einer Verseilposition in eine Ruheposition an. Mithilfe des zumindest einen erzeugten und gespeicherten

Datensatz und/oder Bewegungsbefehls wird ein reproduzierbares Bewegen des Verseilschiffs in die Ruheposition ermöglicht.

Vorteilhaft wird eine Lage einer Abstützeinrichtung mit einer zweiten Sensoreinrichtung erkannt und zumindest ein Datensatz und/oder Bewegungsbefehl erzeugt und gespeichert, welcher die Lage der Abstützeinrichtung angibt. Damit lässt sich die Lage der Abstützeinrichtung vollautomatisch bestimmen und die Lage des Verseilschiffs sowie der Abstützeinrichtung überwachen und weiterverarbeiten.

Alternativ oder ergänzend gibt der zumindest eine erzeugte und gespeicherte Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung der Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition an. Damit kann die Abstützeinrichtung präzise an die Leitungen herangeführt werden.

Vorteilhaft gibt der zumindest eine erzeugte und gespeicherte Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung der Abstützeinrichtung von einer Abstützposition in eine Ruheposition an, womit die Abstützeinrichtung kontrolliert von den Leitungen entfernt werden kann.

Vorteilhaft wird eine Lage einer weiteren Abstützeinrichtung mit einer dritten Sensoreinrichtung erkannt und zumindest ein Datensatz und/oder Bewegungsbefehl erzeugt und gespeichert, welcher die Lage der weiteren Abstützeinrichtung angibt. Damit lässt sich die Lage der weiteren Abstützeinrichtung vollautomatisch bestimmen und die Lage des Verseilschiffs, der Abstützeinrichtung sowie der weiteren Abstützeinrichtung überwachen und weiterverarbeiten.

Alternativ oder ergänzend gibt der zumindest ein erzeugter und gespeicherter Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung der weiteren Abstützeinrichtung von einer Ruheposition in eine Abstützposition an. Damit kann die weitere Abstützeinrichtung präzise an die Leitungen herangeführt werden.

Vorteilhaft gibt der zumindest eine erzeugte und gespeicherte Datensatz und/oder Bewegungsbefehl die Bewegung der weiteren Abstützeinrichtung von einer Abstützposition in eine Ruheposition an, womit die weitere Abstützeinrichtung kontrolliert von den Leitungen entfernt werden kann

Vorteilhaft werden mehrere Datensätze und/oder Bewegungsbefehle für jede Bewegung des Verseilschiffs und/oder der Abstützeinrichtung und/oder weiteren Abstützeinrichtung erzeugt und gespeichert.

Damit lassen sich Programme bzw. Sequenzen von Datensätzen und/oder Bewegungsbefehlen erzeugen, sodass der Verseilvorgang vollautomatisch durchgeführt werden kann. Weiters lassen sich Datensätze und/oder Bewegungsbefehle für eine Vielzahl von Kombinationsmöglichkeiten unterschiedlicher optischer und/oder elektrischer Leitungen festlegen sowie speichern, sodass der Bediener der Verdrillvorrichtung je nach Art und Wahl der Leitungen oder des zu erstellenden Leitungsbündels mit einem vollautomatischen und vordefinierten Verseilvorgang oder Verdrillvorgang starten kann.

Vorteilhaft ist die Verdrillvorrichtung eine wie vorliegend beschriebene Verdrillvorrichtung mit einer wie vorliegend beschriebene Verdrillkopfeinrichtung, welche die hier vorliegend beschriebenen Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen ausführt. Damit lässt sich ein vollautomatisches Verdrillen oder Verseilen von optischen und/oder elektrischen Leitungen mit einer kompakten Verdrillvorrichtung ausführen.

Vorzugsweise wird zumindest ein gespeicherter Datensatz und/oder zumindest ein gespeicherter Bewegungsbefehl an die Steuerungseinrichtung übermittelt wird, womit diese Steuerbefehle an die jeweiligen Antriebe weiterleiten kann.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Figuren Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben sind. Aufzählungen wie erste, zweite, dritte oder weitere dienen lediglich zur Identifikation der Bauteile.

Die Bezugszeichenliste ist wie auch der technische Inhalt der Patentansprüche und Figuren Bestandteil der Offenbarung. Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile, Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indizes geben funktionsgleiche oder ähnliche Bauteile an.

Es zeigen dabei:

- Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Verdrillvorrichtung in einer Seitendarstellung,
- Fig. 2 die Verdrillvorrichtung gemäss Fig. 1 in einer Aufsichtsdarstellung,

- Fig. 3 die Verdrillvorrichtung gemäss Fig. 2 mit teilweise ausgeblendeten Elemente,
- Fig. 4 eine Schnittansicht entlang der Linie A-A aus Fig. 1,
- Fig. 5 eine Detailansicht aus Fig. 4,
- 5 Fig. 6 eine weitere Ansicht gemäss Fig. 4,
- Fig. 7 eine Detailansicht des Verdrillrotors aus Fig. 6,
- Fig. 8 die Verdrillkopfeinrichtung in der Schnittansicht C-C aus Fig. 2,
- Fig. 9 die Schnittansicht B-B aus Fig. 8, und
- Fig. 10 alternative Ausführungsform der Verdrillvorrichtung gemäss Fig. 1.
- 10 Figuren 1 bis 3 zeigen eine Verdrillvorrichtung 15 zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen 16. Die Verdrillvorrichtung 15 umfasst eine Basis 17, an welcher eine erste Verdrillkopfeinrichtung 20 mit einem Verdrillrotor 22 und eine Einspanneinrichtung 28 angeordnet sind. Der Verdrillrotor 22 weist eine Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 auf und ist um eine Rotationsachse 23 drehbar an
- 15 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 angeordnet. Die erste Verdrillkopfeinrichtung 20 ist von der Einspanneinrichtung 28 beabstandet.
- Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine erste Führungseinrichtung 18 auf, an welcher eine Positioniereinrichtung 70 angeordnet ist. Die Führungseinrichtung 18 weist eine Führungsschiene 19 auf, an welcher die Positioniereinrichtung 70 entlang einer
- 20 Richtung zwischen der Einspanneinrichtung 28 und der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegbar angeordnet ist. Die Führungsschiene 19 erstreckt sich von der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bis zur Einspanneinrichtung 28 und weiter bis über die Einspanneinrichtung 28 hinaus, wodurch die Positioniereinrichtung 70 an der Einspanneinrichtung 28 vorbei in eine Position ausserhalb des Bereichs zwischen der
- 25 Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 positionierbar ist. Dabei weist die Positioniereinrichtung 70 eine Antriebseinrichtung 75 zum Bewegen der Positioniereinrichtung 70 entlang der Führungsschiene 19 auf, wobei die Antriebseinrichtung einen Servomotor 76 aufweist.
- Servomotoren sind üblicherweise mit Resolvern ausgestattet, deren sehr hohe
- 30 Auflösung die exakte Anzahl der Umdrehungen und Winkelposition an der Motorwelle

ausgehend von einer Startposition erfassen und der Steuereinrichtung 60 zur Verfügung stellen. Wenn jeder Servomotor mit einer Positionserfassung ausgerüstet ist, können auch komplexe Automatisierungen mit vielen Servomotoren sehr exakt und zeitgenau gesteuert werden. Vorteilhaft werden bürstenlose Resolver verwendet, 5 welche ideale Rotorlagegeber für eine Positionsrückmeldung (Positionsfeedback) von bürstenlosen Motoren (Servomotoren), Robotern oder Direktantrieben sind.

Als Alternative zu einem Resolver ist auch ein Drehgeber, ein Winkelgeber oder ein Encoder einsetzbar.

An der Positioniereinrichtung 70 sind ein Verseilschiff 65 und eine Abstützeinrichtung 10 85 angeordnet, welche von einer ersten Position in eine weitere Position entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 bewegbar sind. Die Bewegung des Verseilschiffes 65 und der Abstützeinrichtung 85 entlang dieser Richtung wird von einer weiteren Sensoreinrichtung 68 bestimmt und die Sensordaten werden an die Steuereinrichtung 60 übermittelt sowie von der 15 Steuereinrichtung 60 weiterverarbeitet. Dabei sind auch das Verseilschiff 65 und die Abstützeinrichtung 85 in dem Bereich zwischen der Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 entlang der Führungsschiene 19 bewegbar. In einer alternativen Ausführung befindet sich nur die Abstützeinrichtung 85 an der Positioniereinrichtung 70.

20 Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine erste Zuführeinrichtung 29 und eine zweite Zuführeinrichtung 34 auf, welche, im erfindungsgemässen Gebrauch, oberhalb der Leitungen 16 bzw. oberhalb der Rotationsachse 23 angeordnet sind. Die Zuführeinrichtungen 29, 34 führen die Leitungen 16 aus dem, im erfindungsgemässen Gebrauch, im hinteren Bereich der Verdrillvorrichtung 15 25 angeordneten Leitungseinzugsbereich zu den beiden Greifereinrichtungen 30, 45 sowie zur Einspanneinrichtung 28 (nicht dargestellt). Die Zuführeinrichtung 34 ist an der Verdrillvorrichtung 15 bezüglich der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 fest angeordnet. Die Zuführeinrichtung 29 ist oberhalb der Einspanneinrichtung 28 zu dieser fest angeordnet und ist zusammen mit der Einspanneinrichtung 28 in 30 Längsrichtung der Verdrillvorrichtung 15 per Servomotor auf die zu verarbeitende Leitungslänge verfahrbar und einrichtbar.

Die Leitungen 16 sind zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 eingespannt und werden wie nachfolgend beschrieben

verdrillt oder verseilt. Dies führt zur Verkürzung des Abstands zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28.

Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine weitere Führungseinrichtung 100 mit einer weiteren Führungsschiene 101 und mit einem Antrieb 102 auf, wobei mithilfe der Führungseinrichtung 100 ein Kompensieren des Abstandes zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 im Verseilvorgang oder Verdrillvorgang erfolgen kann. Dabei ist die Einspanneinrichtung 28 an der weiteren Führungsschiene 101 bewegbar angeordnet. Die Einspanneinrichtung 28 ist somit mithilfe des Antriebs 102 entlang der Führungsschiene 101 in eine Richtung zwischen der Einspanneinrichtung 28 und der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegbar, womit bei einem Verdrillen oder Verseilen von Leitungen 16 eine Längenkompensation erfolgen kann.

Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine Steuereinrichtung 60, eine Recheneinrichtung 61 und eine Speichereinrichtung 62 auf. Die Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 ist mit den nachfolgend beschriebenen Antriebseinrichtungen bzw. Antrieben elektrisch verbunden. Die Steuereinrichtung 60 erhält dabei Sensordaten von Sensoreinrichtungen der Antriebseinrichtungen bzw. Antriebe und verarbeitet diese in der Recheneinrichtung 61 zu Datensätzen bzw. Bewegungsbefehlen bzw. Steuerbefehlen, welche wieder an die Antriebseinrichtungen bzw. Antriebe gesendet werden.

Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine Sensoreinrichtung 110 auf, welche eine Lage der Einspanneinrichtung 28 an der weiteren Führungseinrichtung 100 erkennt und Sensordaten an die Steuereinrichtung 60 übermittelt. Die weitere Sensoreinrichtung 110 ist dabei am Antrieb 102 angeordnet, welcher als Servomotor 111 mit einem Resolver 115 ausgebildet ist.

Die Einspanneinrichtung 28 weist einen ersten Einspanngreifer und einen zweiten Einspanngreifer zum Einspannen der Leitungen 16 auf, welche jeweils drehbar gelagert sind und mithilfe einer Einspannantriebseinrichtung angetrieben werden (nicht gezeigt). Die Einspanngreifer weisen eine gemeinsame Drehachse auf und sind um diese gemeinsam drehbar angeordnet sind. Die Einspanneinrichtung 28 weist einen Einspannrotor auf, der mithilfe der Einspannantriebseinrichtung in Rotation versetzbar ist. Die Einspannantriebseinrichtung weist einen Servomotor mit einem Resolver auf. Mithilfe des Resolvers ist die Anzahl der Umdrehungen und die Winkelposition an der Servomotorwelle ausgehend von einer Startposition erfassbar

und die Resolverdaten als Sensordaten an die Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 übertragbar.

Die hier in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Bauteile mit den Bezugszeichen 26, 40, 41, 56, 80, 10, 95 - 97 werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figur 8
5 beschrieben.

Die Figuren 4 bis 7 zeigen die Positioniereinrichtung 70 sowie die Verdrillkopfeinrichtung 20 der Verdrillvorrichtung 15 in einer Schnittansicht entlang der Linie A-A aus der Figur 1.

Die Positioniereinrichtung 70 weist einen Verseilschiffantrieb 72 zum Positionieren
10 des Verseilschiffs 65 von einer Verseilposition in eine Ruheposition auf. Das Verseilschiff 65 befindet sich entweder in einer Verseilposition (siehe Figuren 4 und 5 – auch als ausgefahrene Arbeitsstellung bezeichnet) oder in einer Ruheposition (siehe Figuren 6 und 7 – auch als zurückgezogene Ausgangsstellung bezeichnet). Der Verseilschiffantrieb 72 weist eine Linearführungseinrichtung auf, welche hier als
15 Hubzylinder 73 ausgebildet ist. Das Verseilschiff 65 ist an einem der beiden Enden des Hubzylinders 73 angeordnet. Damit ist das Verseilschiff 65 mithilfe einer linearen Bewegung von der Verseilposition zwischen den Leitungen 16 in die Ruheposition ausserhalb der Leitungen 16 bewegbar und mithilfe einer linearen Bewegung von der Ruheposition ausserhalb der Leitungen 16 in die Verseilposition zwischen den
20 Leitungen 16 bewegbar. Das Verseilschiff 65 ist in der gezeigten Ausführungsform bolzenförmig ausgebildet. Alternativ dazu kann das Verseilschiff 65 auch T-förmig ausgebildet sein, womit das Verseilschiff 65 zusätzlich als Abstützeinrichtung verwendet werden kann (nicht gezeigt). Hubzylinder sind üblicherweise mit Endlagen-Sensoren ausgerüstet, die ebenfalls mit der Steuereinrichtung 60
25 verbunden sind (siehe Figur 1). Damit ist exakt feststellbar, ob ein Kolbenhub programmgetreu durchgeführt wurde und ob alle Endlagen wie programmiert vorhanden sind bzw. bedämpft (angefahren) wurden.

Die Positioniereinrichtung 70 weist weiter einen Abstützeinrichtungsantrieb 87 zum Positionieren der Abstützeinrichtung 85 von einer Abstützposition in eine
30 Ruheposition auf. Der Abstützeinrichtungsantrieb 87 weist eine Gestängeanordnung 89 auf, an welcher die Abstützeinrichtung 85 angeordnet ist. Die Abstützeinrichtung 85 ist mithilfe der Gelenke 90 mit der Gestängeanordnung 89 bewegbar verbunden, wobei ein Servomotor 91 zum Bewegen der Gestängeanordnung 89 vorhanden ist. Dabei ist die Abstützeinrichtung 85 mithilfe einer schwenkenden Bewegung von der

Ruheposition in die Abstützposition bewegbar (siehe Figuren 4 und 5), oder mithilfe der schwenkenden Bewegung von der Abstützposition in die Ruheposition bewegbar (siehe Figuren 6 und 7). Die Abstützeinrichtung 85 ist als Bolzen ausgebildet, welcher an einer Seite der Leitungen 16 anliegt und die Leitungen 16 von dieser Seite stützt.

- 5 Der Verseilschiffantrieb 72 und der Abstützeinrichtungsantrieb 87 werden mithilfe des Servomotors 91 angetrieben. Alternativ dazu können auch elektrische, pneumatische oder hydraulische Antriebe eingesetzt werden. Darüber hinaus können der Verseilschiffantrieb 72 und der Abstützeinrichtungsantrieb 87 jeweils mit einem eigenen Servomotor angetrieben werden (nicht gezeigt).
- 10 Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine erste Sensoreinrichtung 66 zur Erkennung der Lage des Verseilschiffs 65 und eine zweite Sensoreinrichtung 82 zur Erkennung der Lage der Abstützeinrichtung 85 auf. Dabei sind die erste und die zweite Sensoreinrichtung 66 bzw. 82 mit der Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 zum Austausch von Sensordaten verbunden (siehe Figur 1).
- 15 Die erste Sensoreinrichtung 66 ist am Verseilschiffantrieb 72 angeordnet. Dabei ist der Verseilschiffantrieb 72 mit einem Hubzylinder 73 mit Endlagensensoren ausgestattet. Mithilfe der Endlagensensoren wird die jeweilige Endlage des Zylinders festgestellt. Je nach Endlage befindet sich der Hubzylinder 73 in der Verseilposition oder in der Ruheposition. Die Position, das heisst die jeweiligen Sensordaten sind an
20 die Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 übertragbar (siehe Figur 1).

- Die zweite Sensoreinrichtung 82 ist an der Abstützeinrichtungsantrieb 87 angeordnet. Dabei ist die Abstützeinrichtungsantrieb 87 mit dem Servomotor 91 ausgestattet, welcher einen Resolver 92 aufweist. Mithilfe des Resolvers 92 ist die Anzahl der Umdrehungen und die Winkelposition an der Servomotorwelle ausgehend von einer
- 25 Startposition erfassbar. Die Daten des Resolvers 92 sind an die Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 übertragbar. Die Sensordaten können weiters Positionsdaten oder Lagedaten der Abstützeinrichtung 85 und/oder des Verseilschiffs 65 beinhalten. Dabei werden beispielsweise Koordinationsdaten der Abstützeinrichtung 85 und/oder des Verseilschiffs 65 in einem Koordinatensystem
30 der Verdrillvorrichtung 15 von den Sensoreinrichtungen 66 bzw. 82 bzw. 110 erfasst und an Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 übermittelt (siehe Figur 1).

Alternativ dazu sind als Sensoreinrichtungen 66 bzw. 82 bzw. 110 auch Lichtschranken, Abstandssensoren oder Hubzylinder mit Endlagen-Sensoren

einsetzbar, die ebenfalls mit der Steuereinrichtung 60 zum Austauschen von Sensordaten verbunden sind.

Die Figur 8 zeigt die Verdrillkopfeinrichtung 20 der Verdrillvorrichtung 15 in der Schnittansicht C-C aus Figur 2, jedoch in rückseitiger Ansicht. Bei der nachfolgenden Beschreibung zu Figur 8 wird ebenfalls, insbesondere mit Bezug auf die Bauteile mit den Bezugszeichen 26, 40, 41, 56, 80, 10, 95 - 97 auf die Figuren 1 bis 3 Bezug genommen.

Die Verdrillkopfeinrichtung 20 umfasst einen Verdrillrotor 22 und eine Verdrillrotorantriebseinrichtung 21. Die Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 treibt den Verdrillrotor 22 an. Die Verdrillkopfeinrichtung 20 weist eine erste Greifereinrichtung 30 und eine zweite Greifereinrichtung 45 auf. Die Greifereinrichtungen 30 bzw. 45 sind jeweils drehbar am Verdrillrotor 22 angeordnet und werden von einer Greiferantriebseinrichtung 55 angetrieben. Die erste Greifereinrichtung 30 weist eine erste Greiferwelle 31 auf und die zweite Greifereinrichtung 45 weist eine zweite Greiferwelle 46 auf.

Die Greiferantriebseinrichtung 55 und die Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 sind an einer gemeinsamen Befestigungseinrichtung 54 angeordnet und die Greiferantriebseinrichtung 55 sowie die Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 sind mit einer Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 elektrisch verbunden (nicht gezeigt).

Der Verdrillrotor 22 ist um eine Rotationsachse 23 rotierbar an der Verdrillkopfeinrichtung 20 angeordnet. Zum Antreiben des Verdrillrotors 22 weist die Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 einen Servomotor 26 und einen Riemenantrieb auf, welcher als Zahnriementrieb 27 ausgebildet ist.

Die Greiferantriebseinrichtung 55 weist einen eigenen Servomotor 56 und einen eigenen Riemenantrieb zum Antreiben der beiden Greiferwellen 31, 46 auf. Der Riemenantrieb ist als Zahnriementrieb 57 ausgebildet. Darüber hinaus sind andere formschlüssige Zugmitteltriebe, wie beispielsweise Kettentriebe oder ein Zahnradgetriebe einsetzbar.

Die Servomotoren 26, 56 umfassen jeweils einen Resolver 40 bzw. 41, der die jeweilige Anzahl der Umdrehungen und die jeweilige Winkelposition des Verdrillrotors 22 beziehungsweise der ersten Greifereinrichtung 30 und der weiteren Greifereinrichtung 45 feststellt. Die Resolverdaten bezüglich der Anzahl der

Umdrehungen und der Winkelpositionen des Verdrillrotors 22 beziehungsweise der ersten Greifereinrichtung 30 und der weiteren Greifereinrichtung 45 werden als Sensordaten an die Steuereinrichtung 60 übermittelt.

Der Verdrillrotor 22 weist eine Rotorhohlwelle 35 auf. Der Verdrillrotor 22 und die Rotorhohlwelle 35 sind einstückig ausgebildet. Über einen Zahnriemen eines Zahnriementriebs 27 wird der Verdrillrotor 22 um die Rotationsachse 23 in Drehung versetzt. Dabei überträgt der Zahnriementrieb 27 die Drehbewegung vom Servomotor 26 auf die drehbar gelagerte Rotorhohlwelle 35. Innerhalb der Rotorhohlwelle 35 ist eine Antriebswelle 24 zum Antreiben der beiden Greifereinrichtungen 30 bzw. 45 angeordnet. Die Antriebswelle 24 ist koaxial zur Rotorhohlwelle 35 angeordnet. In der Rotorhohlwelle 35 sind als Antriebslagereinrichtung 25 zwei Lager 25a bzw. 25b, beispielsweise Kugellager, angeordnet. Die Antriebswelle 24 ist somit mit den Lagern 25a bzw. 25b relativ zur Rotorhohlwelle 35 drehbar gelagert.

Innerhalb des Verdrillrotors 22 ist eine Verbindungswelle 36 angeordnet, welche eine Wirkverbindung zwischen der Antriebswelle 24 und der Greiferwelle 31 sowie der Antriebswelle 24 und der Greiferwelle 46 herstellt. Dabei ist die Verbindungswelle 36 mithilfe einer Verbindungslagerungseinrichtung 37 drehbar innerhalb des Verdrillrotors 22 angeordnet und gelagert. Die Verbindungslagerungseinrichtung 37 umfasst dabei ein erstes Lager und ein weiteres Lager (nicht gezeigt).

Die zuvor genannte Wirkverbindung wird mithilfe einer ersten Getriebeeinrichtung 48 und einer zweiten Getriebeeinrichtung 49 hergestellt. Die erste Getriebeeinrichtung 48 ist zwischen der Antriebswelle 24 und der Verbindungswelle 36 angeordnet. Die zweite Getriebeeinrichtung 49 ist zwischen der Verbindungswelle 36 und der ersten Greiferwelle 31 und der zweiten Greiferwelle 46 angeordnet.

Die beiden Getriebeeinrichtungen 48 bzw. 49 sind jeweils als Zahnriementriebe 42 bzw. 38 ausgebildet, wobei auch weitere alternative kraftschlüssige Zugmitteltriebe oder formschlüssige Zugmitteltriebe sowie Zahnradantriebe verwendbar sind.

Die beiden Greiferwellen 31 bzw. 46 sind jeweils drehbar am Verdrillrotor 22 angeordnet und erstrecken sich dabei jeweils in den Verdrillrotor 22. Die beiden Greiferwellen 31 bzw. 46 weisen eine erste Greiferdrehachse 32 sowie eine zweite Greiferdrehachse 47 auf, welche jeweils von der Rotationsachse 23 des Verdrillrotors 22 radial beabstandet sind. Die beiden Greiferwellen 31 bzw. 46 sind im Verdrillrotor

22 auf einem Teilkreis angeordnet. Die in den Greifern 33 bzw. 43 der beiden Greiferwellen 31, 46 eingespannten Leitungen 16 rotieren dann also nicht nur um die eigenen Greiferdrehachsen 32 bzw. 47, sondern auch um die Rotationsachse 23 des Verdrillrotors 22 auf einer Kreisbahn. Die erste Greiferwelle 31 und die weitere Greiferwelle 46 sind mittels einer Greiferlagerungseinrichtung 50 innerhalb des Verdrillrotors 22 drehbar gelagert bzw. angeordnet. Dabei weist die Greiferlagerungseinrichtung 50 zumindest ein erstes und ein zweites Lager für die erste Greiferwelle 31 auf und ein erstes und ein zweites Lager für die weitere Greiferwelle 46 auf (nicht gezeigt).

Die erste Greifereinrichtung 30 weist einen Greifer 33 zum Greifen eines Leitungsendes der Leitung 16 auf, wobei der Greifer 33 eine axial geführte Schliesshülse 44 zum zumindest teilweisen Umschliessen des Greifers 33 aufweist.

Die weitere Greifereinrichtung 45 weist einen Greifer 43 zum Greifen eines Leitungsendes der Leitung 16 auf, wobei der Greifer 43 eine weitere axial geführte Schliesshülse 44 zum zumindest teilweisen Umschliessen des Greifers 43 aufweist.

Die Figur 9 zeigt eine Schnittansicht B-B aus der Figur 8.

Der Verdrillrotor 22 ist mithilfe des Zahnriementriebs 27 mit der Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 verbunden und wird davon angetrieben. Die Verbindungswelle 36 ist mithilfe des Zahnriementriebs 42 mit der Antriebswelle 24 verbunden, die wiederum mit dem Zahnriementrieb 57 der Greiferantriebseinrichtung 55 verbunden ist (siehe Figur 8). Dabei wird die Verbindungswelle 36 mit der Greiferantriebseinrichtung 55 und deren Servomotor 56 sowie deren Zahnriementrieb 57 angetrieben. Der erste Greiferwelle 31 und die weitere Greiferwelle 46 sind mithilfe weiterer Getriebeeinrichtung 49, welche als Zahnriementrieb 38 ausgebildet ist, mit der Verbindungswelle 36 verbunden, womit diese mit der Greiferantriebseinrichtung 55 antreibbar sind.

In weiterer Folge wird ein typischer Verdrillvorgang beschrieben.

Zum Verdrillen von elektrischen oder optischen Leitungen wird ein erstes Leitungsende einer ersten Leitung 16 in den Greifer 33 der ersten Greifereinrichtung 30 eingespannt. Das zweite Leitungsende der ersten Leitung 16 wird in einen Einspanngreifer der Einspanneinrichtung 28 eingespannt (siehe dazu Figuren 1 bis 9).

Anschliessend erfolgt das Einspannen zumindest von einem ersten Leitungsende einer weiteren Leitung 16 in den Greifer 43 der weiteren Greifereinrichtung 45 sowie das Einspannen von einem zweiten Leitungsende der weiteren Leitung 16 in einen Einspanngreifer der Einspanneinrichtung 28.

- 5 Anschliessend erfolgt das Antreiben des Verdrillrotors 22 mit einer ersten Anzahl von Umdrehungen um die Rotationsachse 23 des Verdrillrotors 22. Dabei erfolgt das Antreiben des Verdrillrotors 22 mithilfe des Servomotors 26 der Verdrillrotorantriebseinrichtung 21.

- 10 Gleichzeitig wird die erste Greifereinrichtung 30 und die zweite Greifereinrichtung 45 um deren jeweiligen Greiferdrehachse 32 bzw. 47 mit einer zweiten Anzahl von Umdrehungen angetrieben, wobei dies mithilfe des Servomotors 56 der Greiferantriebseinrichtung 55 erfolgt. Die erste Anzahl von Umdrehungen und die zweite Anzahl von Umdrehungen werden von der Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 vorgegeben, wobei beispielsweise die zweite Anzahl von
15 Umdrehungen 60% bis 70% der ersten Anzahl von Umdrehungen ist. Der Verdrillrotor 22 sowie die beiden Greifereinrichtungen 30 und 45 werden in die gleiche Drehrichtung angetrieben. Während des Verdrillvorgangs wird die Einspanneinrichtung 28 entlang der Führungsschiene 101 der Führungseinrichtung 100 zur Längenkompensation der sich im Verdrillvorgang verkürzenden Leitungen 16
20 bewegt. Diese Bewegung wird von der Steuereinrichtung 60 vorgegeben. Nach Beendigung des Verdrillens werden die Greifer 33 und 43 der beiden Greifereinrichtungen 30 und 45 und die beiden Einspanngreifer gelöst, sodass die verdrillten Leitungen 16 aus der Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 entnommen werden können bzw. durch ihr Eigengewicht in
25 eine unterhalb der Verdrillkopfeinrichtung 20 bzw. unterhalb der Einspanneinrichtung 28 angeordnete Sammelrinne fallen.

- 30 Zum Verseilen oder Verdrillen von zumindest zwei elektrischen und/oder optischen Leitungen 16 werden zuerst die Leitungen 16 von den beiden Zuführeinrichtung 29 und 34 paarweise aufgenommen und zwischen die erste Verdrillkopfeinrichtung 20 und die Einspanneinrichtung 28 geführt. Anschliessend werden beide Leitungen 16 in der Verdrillvorrichtung 15 eingespannt, wobei ein erstes Leitungsende der ersten Leitung 16 in den Greifer 33 der ersten Greifereinrichtung 30 eingespannt wird, sowie ein erstes Leitungsende der weiteren Leitung 16 in den Greifer 43 der Greifereinrichtung 45 eingespannt wird. Die zweiten Leitungsenden der beiden

Leitungen 16 werden in die Einspanneinrichtung 28 eingespannt. Die Leitungen 16 werden parallel zueinander in der Verdrillvorrichtung 15 eingespannt.

Anschliessend erfolgt das Erkennen einer Lage und Bestimmen einer Verseilposition oder einer Ruheposition des Verseilschiffs 65 mit der ersten Sensoreinrichtung 66.

- 5 Daraufhin erfolgt das Durchführen eines Verseilvorgangs oder eines Verdrillvorgangs an den zumindest zwei Leitungen 16, wobei ein Verseilvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff 65 in der Verseilposition befindet, und ein Verdrillvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff 65 in der Ruheposition befindet.

- 10 Zuerst befindet sich das Verseilschiff 65 in einer Ruheposition, wobei sich das Verseilschiff 65 ausserhalb der beiden Leitungen 16 befindet und somit im folgenden Verdrillvorgang unbenutzt bleibt. Beispielsweise befindet sich dabei das Verseilschiff 65 in einer Rastposition. In der Rastposition ist das Verseilschiff 65 auf einer äussersten Position der Führungsschiene 19 angeordnet.

- 15 Im Verdrillvorgang werden die beiden Greiferwellen 31 und 46 sowie die in den Greifern 33 und 43 eingespannten Leitungen 16 jeweils vom Servomotor 56 der Greiferantriebseinrichtung 55 in Rotation versetzt.

Gleichzeitig wird der Verdrillrotor 22 mittels Rotorhohlwelle 35 vom Servomotor 26 der Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 um die Rotationsachse 23 in Rotation versetzt.

- 20 Die Greiferwellen 31 und 46 sind im Verdrillrotor 22 auf einem Teilkreis angeordnet. Die in den Greifern 33 und 43 der beiden Greiferwellen 31 und 46 eingespannten Leitungen 16 rotieren dann also nicht nur um die eigene Greiferdrehachsen 32, 47, sondern auch um die Rotationsachse 23 des Verdrillrotors 22 und somit auf dessen Kreisbahn. Die Leitungen 16 werden dabei umeinandergeschlungen und zusätzlich
25 um die eigenen Greiferdrehachsen 32 und 47 in Rotation versetzt. (Beispielsweise können die eingespannten Enden der Leitungen 16 dabei auf dem Teilkreis des Verdrillrotors 22 und damit auch zueinander ihre Winkellage behalten, vergleichbar mit den eingespannten Leitungsenden in der Einspanneinrichtung 28).

- 30 Beim Verdrillvorgang ist die Abstützeinrichtung 85 zum Abstützen der zu verdrillenden Leitungen 16 einsetzbar. Dabei wird vor dem Durchführen des Verdrillvorgangs die Lage der Abstützeinrichtung 85 mit einer zweiten Sensoreinrichtung 82 erkannt und die Abstützeinrichtung 85 von einer Ruheposition

in eine Abstützposition geschwenkt. Anschliessend liegt die Abstützeinrichtung 85 an einer Seite der zu verdrillenden Leitungen 16 an und stützt diese, sodass die Leitungen 16 nicht durchhängen können bzw. entlastet werden. Bedarfsweise wird während dem Verdrillvorgang die Abstützeinrichtung 85 mithilfe der Positioniereinrichtung 70 entlang der Führungsschiene 19 bzw. der zu verdrillenden Leitungen 16 von der ersten Abstützposition in eine weitere Abstützposition bewegt bzw. positioniert. Dabei werden die Abstützpositionen von der Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 vorgegeben. Die Abstützeinrichtung 85 wird dabei entlang der Führungseinrichtung 18 von der Einspanneinrichtung 28 zu der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegt. Weiters werden die Positionen der Abstützeinrichtung 85 entlang Führungseinrichtung 18 von zumindest der Sensoreinrichtung 82 bestimmt und die Sensordaten an die Steuereinrichtung 60 übermittelt. In der Steuereinrichtung 60 werden die Sensordaten zu Datensätzen bzw. Bewegungsbefehlen weiterverarbeitet und in der Speichereinrichtung 61 gespeichert.

Nach dem Verdrillvorgang wird die Abstützeinrichtung 85 mithilfe des Abstützeinrichtungsantriebs 87 in eine Ruheposition geschwenkt, wobei dies durch die Beendigung des Verdrillvorgangs ausgelöst wird. Anschliessend werden die verdrillten Leitungen 16 aus der Verdrillvorrichtung 15 freigegeben und fallen dabei in eine Auffangwanne (nicht gezeigt).

Ein typischer Verseilvorgang wird nachfolgend beschrieben.

Dabei wird bei dem hier beschriebenen Aufbau der Verdrillvorrichtung 15 systembedingt der Verseilvorgang an der Seite der Einspanneinrichtung 28 gestartet.

Beim Verseilen von der Seite der Einspanneinrichtung 28 (Seite I) in Richtung zur ersten Verseilkopfeinrichtung 20 (Seite II) wird die erste Verseilkopfeinrichtung 20 im Verseilmodus betrieben. Der Servomotor 56 der Greiferantriebseinrichtung 55 versetzt über die Antriebswelle 24 und über die Verbindungswelle 36 mit den Zahnriementrieben 38 bzw. 42 bzw. 57 die erste Greiferwelle 31 und die weitere Greiferwelle 46 jeweils um die eigene Greiferdrehachse 32 bzw. 47 in Rotation. Der Servomotor 26 der Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 ist über den Zahnriementrieb 27 mit der Rotorhohlwelle 35 verbunden.

Die zu verseilenden Leitungen 16 sind in der Einspanneinrichtung 28 in den Einspanngreifer eingespannt. Die gegenüberliegenden Enden der Leitungen 16 sind

in den Greifern 33 bzw. 43 des Verdrillrotors 22 der Verdrillkopfeinrichtung 20 eingespannt. Die zu verseilenden Leitungen 16 werden axial mit einer geeigneten Zugkraft beaufschlagt. Diese Zugkraft ergibt sich als Resultat durch die Positionierung der verfahrbaren Einspanneinrichtung 28 im von der Steuereinrichtung 5 60 gespeicherten Abstand zur Verseilkopfeinrichtung 20.

Das auf der Positioniereinrichtung 70 in Längsrichtung verfahrbare Verseilschiff 65 wird von oben mittels einer Linearbewegung zwischen die eingespannten Leitungen 16 vor der Einspanneinrichtung 28 abgesenkt und die Abstützeinrichtung 85 wird pneumatisch zur Abstützung der Leitungen 16 unter die Leitungen 16 eingeschwenkt.

10 Im Verseilvorgang (auch als Modus Verseilfunktion bezeichnet) rotiert der Einspannrotor der Einspanneinrichtung 28 mit den in den Einspanngreifern eingespannten Leitungsenden.

Die beiden Greiferwellen 31 bzw. 46 werden durch den Servomotor 56 in Rotation versetzt, so dass die eingespannten Leitungsenden parallel um deren Greiferdrehachsen 32 bzw. 47 rotieren. Die Rotationsgeschwindigkeit der beiden 15 Greiferwellen 31 bzw. 46 erfolgt programmgesteuert in Abhängigkeit von der Rotation des Einspannrotors der Einspanneinrichtung. Durch diese Funktion werden die zu verseilenden Leitungen im Prozess bezüglich Rotationsspannungen sofort bzw. ganz oder bis zu einem gewissen Grad entspannt, weil dort die Rotation der Greifer 20 31 bzw. 46 die Eigen-Verdrehung der einzelnen Leitungen 16 kompensiert werden kann. Die Rotorhohlwelle 35 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 wird in der hier beschriebenen Funktion nicht in Rotation durch den Servomotor 26 versetzt.

Der Verseilvorgang beginnt vor der Einspanneinrichtung 28, wobei sich die Positioniereinrichtung 70 mit dem Verseilstift 65 und der Abstützeinrichtung 85 in 25 Richtung zur Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegt, wobei die Positioniereinrichtung 70 mit dem Verseilstift 65 und mit der Abstützeinrichtung 85 bei jeder Umdrehung des Einspannrotors um eine Wegstrecke in der Größenordnung der programmierten Verseil-Schlaglänge vom Einspannrotor weg verfahren wird. Das verfahrbare Verseilschiff 65 gibt die zu erzeugende Schlaglänge vor. Dieser Vorgang wiederholt sich bei allen folgenden Verseilrotationen. Durch Variieren der Verseilschiff- 30 Verfahrstrecke pro Umdrehung des Einspannrotors bzw. durch Variieren des Abstands der ersten Position des Verseilschiffs 65 zu einer weiteren Position des Verseilschiffs kann die erzeugte Schlaglänge variiert werden und über die Länge des

Leitungsbündels nach Programm produziert werden bzw. über die Länge des Leitungsbündels verändert werden.

Bedingt durch den Verseilvorgang verringert sich die Gesamtlänge von zunächst parallel angeordneten Leitungen 16 mit jedem Verseilschlag bis hin zum fertig
5 verseilten Leitungsbündel (sog. Twisted Pair). Die beim Verseilen axial auf die Leitungen 16 einwirkende Zugkraft wird geregelt, wobei der Servomotor 111 die Einspanneinrichtung 28 geregelt nach Programm verfährt und damit die Längenkompensation durchführt. Der Verseilvorgang ist beendet, wenn die Leitungen mit den programmierten Rotationen und Schlaglängen verseilt bzw.
10 umeinandergeschlungen worden sind. Die verfahrbare Positioniereinrichtung 70 mit dem Verseilschiff 65 und der Abstützeinrichtung 85 befindet sich dann an der Seite der Verdrillkopfeinrichtung 20 der Verdrillvorrichtung 15 und fährt anschliessend zurück in die Ausgangsposition vor die Einspanneinrichtung 28. Die Greifer 33 bzw. 43 an den Greiferwellen 31 bzw. 46 und die Einspanngreifer der Einspanneinrichtung
15 28 werden geöffnet und das verseilte Leitungsbündel fällt aus den Greifern in eine Sammelwanne bzw. Auffangwanne.

Im Verdrillvorgang (auch Modus "Verdrillfunktion" bezeichnet) werden die Greiferwellen 31 bzw. 46 mit den darin eingespannten Leitungen 16 jeweils separat vom Servomotor 56 in Rotation versetzt. Zusätzlich rotieren die Rotorhohlwelle 35
20 der ersten Verdrillkopfeinrichtung und der Einspannrotor der Einspanneinrichtung 28. Die Greiferwellen 31 bzw. 46 sind an dem Verdrillrotor 22 auf einem Teilkreis angeordnet. Die in den Greifern 33 bzw. 43 der Greiferwellen 31 bzw. 46 eingespannten Leitungen 16 rotieren dann also nicht nur um die eigene Achse, sondern auch um die Rotationsachse 23 des Verdrillrotors 22 auf ihrer Kreisbahn,
25 wobei sie üblicherweise ihre Winkellage auf der Kreisbahn und damit zueinander behalten. Der Verdrillrotor 22 und der Einspannrotor der Einspanneinrichtung 28 rotieren zum Verdrillen gegenläufig. Die Leitungen 16 werden dabei umeinandergeschlungen bzw. verdrillt.

Beim Verdrillen wird das in Längsrichtung verfahrbare Verseilschiff 65 zur
30 Realisierung der Verseil-Schlaglänge nicht in Eingriff zwischen den zu verdrillenden Leitungen 16 gebracht.

Im Verdrillvorgang werden die zu verdrillenden Leitungen 16 an beiden Leitungsenden nebeneinander in den Greifern 33 bzw. 43 mit Schliesshülsen 44 eingespannt und dann nach Programm z. B. in Helixform umeinander verdrillt. Dabei

werden die zu verdrellenden Leitungen 16 systembedingt auch um die eigene Achse rotiert, so dass die Leitungen 16 interne Spannungen aufbauen, dann zunächst überdrillt werden müssen und anschliessend um ermittelte Rückverdrillungen in einen nach aussen spannungsfrei wirkenden Zustand der Leitungsbündel mit der geforderten Schlaglänge gebracht werden müssen. So ist beispielsweise eine Rückverdrillung von ca. 30% bis 40% der vorherigen Verdrillumdrehungen zum Erzielen der gewünschten Schlaglänge erforderlich. Zusätzlich zur Prozesszeit zum Überverdrillen fällt deshalb addierend noch die Rückverdrillzeit an. Das fertig verdrillte Leitungsbündel fällt nach Öffnen aller Greifer in eine Sammelwanne bzw. Auffangwanne.

Ergänzend weist die hier vorliegende Verdrillvorrichtung 15 eine weitere Abstützeinrichtung 95 zum Abstützen von zumindest einer Leitung 16 auf. Die weitere Abstützeinrichtung 95 ist an einer weiteren Positioniereinrichtung 80 bewegbar angeordnet und in eine Abstützposition an die Leitungen 16 und in eine Ruheposition von den Leitungen 16 schwenkbar. Die weitere Positioniereinrichtung 80 ist an der Führungseinrichtung 18 der Verdrillvorrichtung 15 bewegbar angeordnet. Die weitere Positioniereinrichtung 80 und die daran angeordnete weitere Abstützeinrichtung 95 sind entlang einer Richtung zwischen der Einspanneinrichtung 28 und der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegbar.

Die weitere Positioniereinrichtung 80 weist eine Antriebseinrichtung, beispielsweise einen Servomotor 81, zum Bewegen der weiteren Positioniereinrichtung 80 an der ersten Führungseinrichtung 18 auf und ist mit der Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 verbunden. Somit ist die weitere Abstützeinrichtung 95 automatisch zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 und der Einspanneinrichtung 28 bewegbar. Die weitere Positioniereinrichtung 80 weist einen separaten Abstützeinrichtungsantrieb 97 auf, beispielsweise einen Servomotor mit einem Resolver oder einen Hubzylinder, womit die weitere Abstützeinrichtung 95 in eine Abstützposition an die Leitungen 16 und in eine Ruheposition von den Leitungen 16 schwenkbar ist. Der Abstützeinrichtungsantrieb 97 ist mit der Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 verbunden.

Die Verdrillvorrichtung 15 weist eine dritte Sensoreinrichtung 96 auf, welche zur Erkennung der Lage der weiteren Abstützeinrichtung 95 ausgebildet ist. Die dritte Sensoreinrichtung 96 ist mit der Steuereinrichtung 60 zum Austausch von Sensordaten verbunden. Dabei umfassen diese Sensordaten weiters

nichtabschliessend aufgezählt Datensätze zu Positionsangaben, Lageangaben oder Zustandsangaben, welche die weitere Abstützeinrichtung 96 betreffen.

5 Soll ein Verseilvorgang durchgeführt werden, dann wird vor dem Durchführen des Verseilvorgangs das Verseilschiff 65 in eine Verseilposition zwischen den beiden eingespannten Leitungen 16 bewegt. Dafür wird der Hubzylinder 73 des Verseilschiffantriebs 72 von der Steuereinrichtung 60 aktiviert und das Verseilschiff 65, welches als Bolzen ausgebildet ist, zwischen den beiden zu verseilenden Leitungen 16 bewegt.

10 Anschliessend wird die Lage der Abstützeinrichtung 85 mit einer zweiten Sensoreinrichtung 82 erkannt und die Abstützeinrichtung 85 von einer Ruheposition in eine Abstützposition geschwenkt.

Das Verseilschiff 65 und die Abstützeinrichtung 85 werden vor der Einspanneinrichtung 28 mithilfe der Positioniereinrichtung 70 positioniert.

15 Anschliessend werden beide Einspanngreifer der Einspanneinrichtung 28 mithilfe der Einspannantriebseinrichtung bzw. mit deren Servomotor in Rotation versetzt.

Gleichzeitig wird der Verdrillrotor 22 der Verdrillkopfeinrichtung 20 in Rotation versetzt.

20 Während des Verseilvorgangs werden das Verseilschiff 65 und die Abstützeinrichtung 85 mithilfe der Positioniereinrichtung 70 in Richtung von der Einspanneinrichtung 28 zu der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 wegbewegt. Dabei wird eine Position des Verseilschiffes 65 von der Sensoreinrichtung 66 bestimmt und die Sensordaten an die Steuereinrichtung 60 der Verdrillvorrichtung 15 übermittelt. Die Sensordaten werden anschliessend von der Steuereinrichtung 60 weiterverarbeitet und in der Speichereinrichtung 62 gespeichert. Die Bewegung des Verseilschiffs 65 entlang von 25 einer ersten Position zu einer weiteren Position gibt somit die Schlaglänge bzw. die Schlagzahl für die zu verseilenden Leitungen 16 vor.

Das Verseilschiff 65 und die Abstützeinrichtung 85 werden bis zur ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bewegt und nach dem Verseilvorgang in eine Ruheposition bewegt, wobei dies durch die Beendigung des Verseilvorgangs ausgelöst wird.

30 Wie in Figur 10 gezeigt, weist eine alternative Ausführungsform der Verdrillvorrichtung 215 neben einer ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 auch eine

zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 auf, die an der Basis 217 angeordnet sind. Die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 ersetzt somit die Einspanneinrichtung 28 der Verdrillvorrichtung 15 (siehe Figur 1). Die beiden Verdrillkopfeinrichtungen 220 und 240 sind baugleich und wie hier vorliegend beschrieben aufgebaut (siehe dazu bspw. Figur 8). Die erste Verdrillkopfeinrichtung 220 weist eine Verdrillrotorantriebseinrichtung 222 zum Antreiben der Rotorhohlwelle 235 auf, sowie eine Greiferantriebseinrichtung 255 zum Antreiben der ersten Greiferwelle 231 und der zweiten Greiferwelle 246 auf. Die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 weist eine Verdrillrotorantriebseinrichtung 241 zum Antreiben der Rotorhohlwelle 269 auf, sowie eine Greiferantriebseinrichtung 273 zum Antreiben der ersten Greiferwelle 263 und der zweiten Greiferwelle 264 auf. In dieser Ausführungsform ist somit das oben beschriebene (bzw. hier vorliegend beschriebene) Verseilen von Leitungen 216 möglich, bei dem das Verseilsschiff 265 und die Abstützeinrichtung 285 von der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 hin zur zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 bewegt bzw. verfahren wird. In dieser Ausführungsform ist auch ein Verseilen von Leitungen 216 möglich, bei dem das Verseilsschiff 265 und die Abstützeinrichtung 285 von zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 hin zur ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 bewegt wird. Die erste Verdrillkopfeinrichtung 220 wird im Verdrillmodus betrieben und die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 wird im Verseilmodus zum Entspannen der zu verseilenden Leitungen 216 während des Verseilprozesses betrieben. Die Positioniereinrichtung 270 ist an der Führungseinrichtung 218 bewegbar angeordnet. Das auf der Positioniereinrichtung 270 fahrende Verseilsschiff 265 gibt die Schlaglänge vor.

Die zu verseilenden Leitungen 216 sind in der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 in den Greifern der Greiferwellen 263 bzw. 264 eingespannt, wobei die Greifer beispielhaft durch druckfederbetätigte Schliesshülsen in axialer Richtung zuerst geöffnet und dann geschlossen werden.

Die Servomotoren 226, 256 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220, die Servomotoren 274, 275 der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240, die Antriebe des Verseilsschiffs 265 und die Antriebe der Abstützeinrichtung 285 sowie die Antriebe der Positioniereinrichtung 270 sind mit der Steuereinrichtung 260 der Verdrillvorrichtung 215 zum Austausch von Steuerbefehlen verbunden. Die Antriebe – wie hier vorliegend beschrieben – weisen Sensoreinrichtungen auf, welche die Sensordaten an die Steuereinrichtung 260 übermitteln, welche in der Recheneinrichtung 261 und der Speichereinrichtung 262 verarbeitet werden.

Die Enden der Leitungen 216 sind beidseitig in den Greifern der ersten und der zweiten Verdrillkopfeinrichtungen 240 eingespannt. Die Greiferwellen 231 bzw. 246 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 werden vom Servomotor 256 angetrieben. Sie sind in der Rotorhohlwelle 235 auf einem Teilkreis gelagert. Die Rotorhohlwelle 235
5 rotiert, angetrieben durch den Servomotor 226. Der Servomotor 256 der Greiferwellen 231 bzw. 246 in Verbindung mit dem Servomotor 226 der Rotorhohlwelle 235 ist so geregelt, dass die Winkelposition der Greiferwellen 231 bzw. 246 im Teilkreis der Rotorhohlwelle 235 während deren gesamten Rotation in Bezug auf die Rotorhohlwelle 235 beibehalten wird.

10 Auf der Seite der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 werden die Greiferwellen 263 bzw. 264 durch den Servomotor 274 ebenfalls in Rotation versetzt, sodass die eingespannten Leitungsenden 216 auf der Seite der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 um ihre eigene Achse rotieren, wobei aber auf dieser Seite die Rotorhohlwelle 269 im Gegensatz zur Rotorhohlwelle 235 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220
15 nicht in Rotation durch den Servomotor versetzt wird. Der Drehsinn aller Rotationen, also der Greiferwellen 231 bzw. 246 und der Greiferwellen 263 bzw. 264 und der Rotorhohlwelle 235 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 ist derselbe, womit beispielsweise in einem ersten Fall sämtliche genannten Rotationen im Uhrzeigersinn ausgeführt werden, wenn man ausgehend von der Seite der ersten
20 Verdrillkopfeinrichtung 220 entlang der zu verseilenden Leitungen 216 blickt.

Die zu verseilenden Leitungen 216 werden axial mit einer geeigneten Zugkraft beaufschlagt, die sich als Resultat der programmgemäßen Positionierung der verfahrbaren Verdrillkopfeinrichtung 240 entsprechend der Länge der zu verseilenden Leitungen 216 ergibt.

25 Die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 wird im Verseilmodus betrieben. Die Antriebswelle 224 bzw. Zentralwelle wird per Zahnriementrieb vom Servomotor angetrieben. Sie ist ebenfalls per Zahnriementrieb mit der Verbindungswelle gekoppelt. Die Verbindungswelle ist wiederum per Zahnriementrieb mit den beiden Greiferwellen 263 bzw. 264 verbunden. Auf diese Weise werden die beiden
30 Greiferwellen 263 bzw. 264 vom Servomotor 274 separat angetrieben bzw. in Rotation versetzt. Der Servomotor 275 der Verdrillrotorantriebseinrichtung 241 der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 ist über den Zahnriementrieb mit der Rotorhohlwelle der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 verbunden, welche in der hier beschriebenen Funktion jedoch nicht in Rotation versetzt wird.

Das Verseilen soll in definierter Schlaglänge erfolgen. Das Verseilen beginnt bei der hier beschriebenen Verseilrichtung unmittelbar vor der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220. Die beiden zu verseilenden Leitungen 216 sind parallel nebeneinander angeordnet. Vor der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 ist zwischen den Leitungen
5 216 ein auf einer Positioniereinrichtung 270 in Längsrichtung verfahrbares Verseilschiff 265 angeordnet, dass nach Programm bei jeder Umdrehung der Rotorhohlwelle 235 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 um eine Wegstrecke in Grössenordnung der gewünschten Verseil-Schlaglänge von der Rotorhohlwelle 235 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 weg in Richtung zur zweiten
10 Verdrillkopfeinrichtung 240 verfahren wird. Das verfahrbare Verseilschiff 265 befindet sich zwischen den beiden zu verseilenden Leitungen 216 und gibt deshalb die erzeugte Schlaglänge vor. Dieser Vorgang wiederholt sich bei allen folgenden Verseilrotationen. Durch Variieren der Verseilschiff-Verfahrstrecke kann auch die erzeugte Schlaglänge variiert werden und über die Länge der zu verseilenden
15 Leitungen 216 nach Programm produziert werden. Ebenfalls auf der Positioniereinrichtung 270 ist die einschwenkbare Abstützeinrichtung 285 angeordnet, der die Leitungen 216 im Prozess von unten abstützt.

Bedingt durch den Verseilvorgang verringert sich die Gesamtlänge von zunächst parallel angeordneten Leitungen 216 mit jedem Verseilschlag bis hin zum verseilten
20 Leitungsbündel. Die beim Verseilen axial auf die Leitungen 216 einwirkende Zugkraft wird geregelt, wobei der Antrieb 222 die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 nach Programm verfährt und damit eine Längenkompensation durchführt. Der Verseilvorgang ist beendet, wenn die Leitungen 216 mit den programmierten Rotationen und Schlaglängen umeinandergelegt worden sind. Das verfahrbare
25 Verseilschiff 265 befindet sich dann auf der Seite der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 der Verdrillvorrichtung 215. Die Abstützeinrichtung 285 sowie das Verseilschiff 265 werden in ihre Ruheposition zurückgezogen. Die Greifer an den Greiferwellen 231, 246 bzw. 263, 264 werden geöffnet und das verseilte Leitungsbündel fällt aus den Greifern in eine Sammelwanne bzw. Auffangwanne.

30 Im Anschluss können alle Elemente wieder in ihre erste Ausgangslage gebracht werden und der Verseilvorgang von neuem gestartet werden. Es ist aber auch möglich, dass in weiterer Folge der zuvor beschriebene Verseilvorgang in umgekehrter Richtung durchgeführt wird, wobei die zweite Verdrillkopfeinrichtung 240 im Verdrillmodus betrieben wird und die erste Verdrillkopfeinrichtung 220 wird
35 im Verseilmodus betrieben. Dabei werden vor dem Ausführen des Verseilvorgangs

zwei weitere Leitungen 216 in die Verdrillvorrichtung 215 eingespannt. Die Positioniereinrichtung 270 wird vor der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 angeordnet und wird während dem Verseilvorgang entlang der Führungseinrichtung 218 hin zur ersten Verdrillkopfeinrichtung 220 bewegt. Das auf der
5 Positioniereinrichtung 270 fahrende Verseilschiff 265 gibt wiederum die Schlaglänge vor und die Abstützeinrichtung 285 wird an die Leitungen 216 angelegt und ist mit der Positioniereinrichtung 270 verfahren.

Beim hier vorliegend beschriebenen Verdrillen oder Verseilen mit der Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 bestimmt und erzeugt die Steuereinrichtung 60 bzw.
10 260 der Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 Datensätze und/oder Bewegungsbefehle zum Steuern der Verdrillkopfeinrichtungen 20 bzw. 220 und 240, welche ein Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen von zumindest zwei Leitungen 16 bzw. 216 ausführen. Es wird eine Lage des Verseilschiffs 65 bzw. 265 mit einer ersten Sensoreinrichtung 66 erkannt und eine Lage einer Abstützeinrichtung 85 bzw. 285
15 mit einer zweiten Sensoreinrichtung 82 erkannt und jeweils zumindest ein Datensatz und/oder zumindest ein Bewegungsbefehl erzeugt und gespeichert. Der jeweilige zumindest eine Datensatz und/oder zumindest eine Bewegungsbefehl gibt zumindest die Lage des Verseilschiffs 65 bzw. 265 und/oder die Bewegung des Verseilschiffs 65 bzw. 265 von einer Ruheposition in eine Verseilposition an und/oder die Lage der
20 Abstützeinrichtung 85 bzw. 285 und/oder die Bewegung der Abstützeinrichtung 85 bzw. 285 von einer Ruheposition in eine Abstützposition an. Wie zuvor dargelegt sind die Servomotoren bzw. Hubzylinder der Verseilschiffantriebs 65 bzw. 265, der Abstützeinrichtung 85 bzw. 285 und gegebenenfalls der weiteren Abstützeinrichtung 95 mit der Steuereinrichtung 60 bzw. 260 verbunden. Weiters sind die Servomotoren
25 der Greiferantriebseinrichtung 55 bzw. 255 und der Verdrillrotorantriebseinrichtung 21 bzw. 221 der ersten Verdrillkopfeinrichtung 20 bzw. 220 sowie die Servomotoren der Greiferantriebseinrichtung 273 und der Verdrillrotorantriebseinrichtung 241 der zweiten Verdrillkopfeinrichtung 240 bzw. der Einspanneinrichtung 28, mit der Steuereinrichtung 60 bzw. 260 verbunden. Somit werden sämtliche Sensordaten von
30 den Sensoreinrichtungen sowie von den Servomotoren bzw. deren Resolvern an die Steuereinrichtung 60 bzw. 260 übermittelt und entsprechende Datensätze und/oder Bewegungsbefehle erzeugt. Die Datensätze und/oder Bewegungsbefehle werden in der Speichereinrichtung 62 bzw. 262 gespeichert und können an die Steuerungseinrichtung 60 bzw. 260 übermittelt werden. Die Datensätze und/oder
35 Bewegungsbefehle werden in der Steuerungseinrichtung 60 bzw. 260 in Steuerbefehle umgewandelt und anschliessend in der Speichereinrichtung 62 bzw.

262 gespeichert und/oder an die hier vorliegenden Antriebe der Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 zum Steuern dieser Antriebe weitergeleitet.

Damit wird mit der vorliegenden Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 ein Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen realisiert, welches mit einem Programm (typischerweise mit einer Automatisierungssoftware), das in der Recheneinrichtung 61 bzw. 261
5 ausgeführt wird und die Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 vollautomatisch steuert.

Vorteilhaft ist auch die Einbindung der Steuerungseinrichtung 60 bzw. 260 in ein Netzwerk, so dass der Status der Verdrillvorrichtung 15 bzw. 215 auch in diesem Netzwerk erkennbar ist.

Bezugszeichenliste

15	Verdrillvorrichtung bzw. Maschine
16	Leitungen bzw. Leitungspaar
17	Basis von 15
18	Führungseinrichtung bzw. Linearachse
19	Führungsschiene von 18
20	Verdrillkopfeinrichtung bzw. umschaltbarer Verseil/Verdrillrotor
21	Verdrillrotorantriebseinrichtung
22	Verdrillrotor
23	Rotationsachse
24	Antriebswelle bzw. Zentralwelle
25	Antriebslagerungseinrichtung
25a	Lager
25b	Lager
26	Servomotor von 21 bzw. Antriebsmotor Verseil-/Verdrillrotor
27	Zahnriementrieb von 21
28	Einspanneinrichtung
29	1. Zuführeinrichtung
30	1. Greifereinrichtung
31	1. Greiferwelle
32	1. Greiferdrehachse
33	Greifer
34	weitere Zuführeinrichtung
35	Rotorhohlwelle
36	Verbindungswelle
37	Verbindungs-lagerungseinrichtung
38	Zahnriementrieb von 49
40	Resolver von 26
41	Resolver von 56
42	Zahnriementrieb von 48
43	Greifer
44	Schliesshülse
45	weitere Greifereinrichtung
46	weitere Greiferwelle
47	Greiferdrehachse

48	1. Getriebeeinrichtung
49	weitere Getriebeeinrichtung
50	Greiferlagerungseinrichtung
54	Befestigungseinrichtung
55	Greiferantriebseinrichtung
56	Servomotor von 55
57	Zahnriementrieb
60	Steuereinrichtung
61	Recheneinrichtung
62	Speichereinrichtung
65	Verseilsschiff bzw. Bolzen oder Verseilstift
66	1. Sensoreinrichtung
68	weitere Sensoreinrichtung
70	Positioniereinrichtung bzw. Linearführung
72	Verseilsschiffantrieb
73	Hubzylinder
75	Antriebseinrichtung von 70
76	Servomotor von 75
80	Weitere Positioniereinrichtung
81	Servomotor von 80
82	zweite Sensoreinrichtung
85	Abstützeinrichtung bzw. Auflagetragstift
87	Abstützeinrichtungsantrieb
89	Gestängeanordnung
90	Gelenke
91	Servomotor
92	Resolver von 91
95	weitere Abstützeinrichtung bzw. Auflagetragstift
96	3. Sensoreinrichtung
97	Abstützeinrichtungsantrieb
100	Führungseinrichtung bzw. Linearschlitten oder Schlitten
101	Führungsschiene
102	Antrieb bzw. Längenausgleichsantrieb
110	Sensoreinrichtung
111	Servomotor
115	Resolver von 111

215	Verdrillvorrichtung bzw. Maschine
216	Leitungen
218	Führungseinrichtung bzw. Linearachse
220	1. Verdrillkopfeinrichtung bzw. umschaltbarer Verseil/Verdrillrotor
221	Verdrillrotorantriebseinrichtung von 220
222	Antrieb bzw. Längenausgleichsantrieb
224	Antriebswelle bzw. Zentralwelle von 220
226	Servomotor von 221
231	1. Greiferwelle von 220
235	Rotorhohlwelle von 220
240	2. Verdrillkopfeinrichtung bzw. umschaltbarer Verseil/Verdrillrotor
241	Verdrillrotorantriebseinrichtung von 240
246	2. Greiferwelle von 220
255	Greiferantriebseinrichtung von 220
256	Servomotor von 255
260	Steuereinrichtung
261	Recheneinrichtung
262	Speichereinrichtung
263	1. Greiferwelle von 240
264	2. Greiferwelle von 240
265	Verseilschiff bzw. Bolzen oder Verseilstift
269	Rotorhohlwelle von 240
270	Positioniereinrichtung bzw. Linearführung
273	Greiferantriebseinrichtung von 240
274	Servomotor von 273
275	Servomotor von 241
285	Abstützeinrichtung

Patentansprüche

1. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) zum Verdrillen oder Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen (16; 216), umfassend einen Verdrillrotor (22), eine Verdrillrotorantriebseinrichtung (21; 221, 241) zum Antreiben des Verdrillrotors (22), eine erste Greifereinrichtung (30), die drehbar am Verdrillrotor (22) angeordnet ist, zumindest eine weitere Greifereinrichtung (45), die drehbar am Verdrillrotor (22) angeordnet ist, wobei der Verdrillrotor (22) an der Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) drehbar angeordnet ist und eine Rotationsachse (23) aufweist, **wobei** zumindest die erste Greifereinrichtung (30) mittels einer Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273) und einer Antriebswelle (24; 224) antreibbar ist und sich die Antriebswelle (24; 224) zumindest teilweise durch den Verdrillrotor (22) erstreckt.
2. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die erste Greifereinrichtung (30) an einer ersten Greiferwelle (31; 231, 263) angeordnet ist und eine erste Greiferdrehachse (32) aufweist, wobei sich die erste Greiferwelle (31; 231, 263) bevorzugt zumindest teilweise in den Verdrillrotor (22) erstreckt und bevorzugt die erste Greiferdrehachse (32) von der Rotationsachse (23) des Verdrillrotors (22) beabstandet ist.
3. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrillrotor (22) eine Rotorhohlwelle (35; 235, 269) aufweist, wobei die Antriebswelle (24; 224) zumindest teilweise innerhalb der Rotorhohlwelle (35; 235, 269) angeordnet ist und sich die Antriebswelle (24; 224) insbesondere drehbar durch den Verdrillrotor (22) erstreckt, wobei zumindest eine Antriebslagerungseinrichtung (25) zumindest teilweise innerhalb des Verdrillrotor (22) angeordnet ist, welche die Antriebswelle (24; 224) drehbar lagert.
4. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die weitere Greifereinrichtung (45) mittels der Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273) und der Antriebswelle (24; 224) antreibbar ist, wobei die weitere Greifereinrichtung (45) insbesondere an einer weiteren Greiferwelle (46; 246, 264) angeordnet ist, welche sich bevorzugt zumindest teilweise im Verdrillrotor (22) erstreckt

und eine weitere Greiferdrehachse (47) aufweist, wobei die weitere Greiferdrehachse (47) bevorzugt von der Rotationsachse (23) des Verdrillrotors (22) beabstandet ist.

5. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Greiferlagerungseinrichtung (50) innerhalb des Verdrillrotors (22) angeordnet ist, welche zumindest die erste Greifereinrichtung (30) drehbar lagert und bevorzugt die weitere Greifereinrichtung (45) drehbar lagert.
6. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrillrotor (22) eine Verbindungswelle (36) aufweist, welche eine Wirkverbindung zwischen der Antriebswelle (24; 224) und zumindest der ersten Greiferwelle (31; 231, 263), sowie bevorzugt zwischen der Antriebswelle (24; 224) und der weiteren Greiferwelle (46; 246, 264) herstellt, wobei die Wirkverbindung mithilfe zumindest einer ersten
15 Getriebeeinrichtung (48) herstellbar ist, welche zwischen der Antriebswelle (24; 224) und der Verbindungswelle (36) angeordnet ist und bevorzugt mithilfe einer weiteren Getriebeeinrichtung (49) herstellbar ist, welche zwischen der Verbindungswelle (36) und zumindest der ersten Greiferwelle (31; 231, 263), sowie insbesondere zwischen der Verbindungswelle (36) und der weiteren
20 Greiferwelle (46; 246, 264) angeordnet ist.
7. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Verbindungslagerungseinrichtung (37) innerhalb des Verdrillrotors (22) angeordnet ist, welche die Verbindungswelle (36) drehbar lagert.
- 25 8. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273) und die Verdrillrotorantriebseinrichtung (21; 221, 241) zumindest teilweise an einer gemeinsamen Befestigungseinrichtung (54) angeordnet sind und/oder die Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273) sowie die
30 Verdrillrotorantriebseinrichtung (21; 221, 241) mit einer Steuereinrichtung (60; 260) verbunden sind.

9. Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die erste Greifereinrichtung (30) zumindest einen Greifer (43) zum Greifen eines Leitungsendes der Leitung (16; 216) aufweist und der zumindest eine Greifer (43) bevorzugt eine axial geführte Schliesshülse (44) zum zumindest teilweise Umschliessen des zumindest einen Greifers (43) aufweist.
10. Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen (16; 216), insbesondere mit einer Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, umfassend folgende Schritte:
- Einspannen von einem ersten Leitungsende einer ersten Leitung (16) in eine erste Greifereinrichtung (30);
 - Einspannen zumindest von einem ersten Leitungsende einer weiteren Leitung (16; 216) in eine weitere Greifereinrichtung (45);
 - Antreiben eines Verdrillrotors (22) mit einer ersten Anzahl von Umdrehungen um eine Rotationsachse (23) des Verdrillrotors (22) mithilfe einer Verdrillrotorantriebseinrichtung (21; 221, 241);
 - Antreiben von zumindest der ersten Greifereinrichtung (30) um eine erste Greiferdrehachse (32) mit einer weiteren Anzahl von Umdrehungen mithilfe einer Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273);
 - Antreiben von zumindest der weiteren Greifereinrichtung (45) um eine weitere Greiferdrehachse (47) mit der weiteren Anzahl von Umdrehungen mithilfe der Greiferantriebseinrichtung (55; 255, 273), wobei die erste Anzahl von Umdrehungen und die weitere Anzahl von Umdrehungen von einer Steuereinrichtung (60; 260) vorgegeben werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die weitere Anzahl von Umdrehungen 50% bis 98%, vorteilhaft 60% bis 70% der ersten Anzahl von Umdrehungen ist.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrillrotor (22) und zumindest die erste Greifereinrichtung (30) in gleichläufiger Drehrichtung angetrieben werden oder der Verdrillrotor (22) und zumindest die erste Greifereinrichtung (30) in gegenläufiger Drehrichtung angetrieben werden.

13. Verdrillvorrichtung (15; 215) zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen (16; 216), umfassend
- eine erste Verdrillkopfeinrichtung, insbesondere eine Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem ersten Verdrillrotor (22), wobei der erste Verdrillrotor (22) drehbar an der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) angeordnet ist,
- eine Einspanneinrichtung (28), wobei die erste Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) und die Einspanneinrichtung (28) voneinander beabstandet sind,
- ein Verseilschiff (65; 265), welches zumindest von einer ersten Position in eine weitere Position entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) und der Einspanneinrichtung (28) bewegbar ist,
- eine Steuereinrichtung (60; 260) zum Steuern zumindest der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240), **wobei**
- die Verdrillvorrichtung (15; 215) zumindest eine erste Sensoreinrichtung (66) zur Erkennung der Lage des Verseilschiffs (65; 265) aufweist, wobei die erste Sensoreinrichtung (66) insbesondere mit der Steuereinrichtung (60; 260) zum Austausch von Sensordaten verbunden ist.
14. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach Anspruch 13 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) eine erste Positioniereinrichtung (70; 270) aufweist, an welcher das Verseilschiff (65; 265) und/oder eine Abstützeinrichtung (85; 285) angeordnet sind und womit das Verseilschiff (65; 265) in eine Verseilposition und/oder in eine Ruheposition bringbar ist, insbesondere linear einbringbar ist, sowie insbesondere die Abstützeinrichtung (85; 285) in eine Abstützposition und/oder in eine Ruheposition bringbar und insbesondere schwenkbar ist.
15. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) eine weitere Abstützeinrichtung (95) zum Abstützen von zumindest einer Leitung (16; 216) aufweist, wobei die weitere Abstützeinrichtung (95) bewegbar ist und bevorzugt an einer weiteren Positioniereinrichtung (80) angeordnet ist sowie in eine Abstützposition und in eine Ruheposition bringbar ist und insbesondere schwenkbar ist.

16. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) einen Verseilschiffantrieb (72) zum Positionieren des Verseilschiffs (65; 265) von einer Verseilposition in eine Ruheposition aufweist und/oder die Verdrillvorrichtung (15; 215) einen Abstützeinrichtungsantrieb (87) zum Positionieren, insbesondere zum Schwenken, der Abstützeinrichtung (85; 285) von einer Abstützposition in eine Ruheposition aufweist, wobei insbesondere zumindest einer der beiden Antriebe (72, 87) mit der Steuereinrichtung (60; 260) verbunden ist, sowie insbesondere einen weiteren Abstützeinrichtungsantrieb (97) zum Positionieren, insbesondere zum Schwenken, der weiteren Abstützeinrichtung (95) aufweist, welche mit der Steuereinrichtung (60; 260) verbunden ist.
17. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) zumindest eine zweite Sensoreinrichtung (82) aufweist, welche zur Erkennung der Lage der Abstützeinrichtung (85; 285) ausgebildet ist, wobei die zweite Sensoreinrichtung (82) insbesondere mit der Steuereinrichtung (60; 260) zum Austausch von Sensordaten verbunden ist und insbesondere zumindest eine dritte Sensoreinrichtung (96) aufweist, welche zur Erkennung der Lage der weiteren Abstützeinrichtung (95) ausgebildet ist, wobei die dritte Sensoreinrichtung (96) insbesondere mit der Steuereinrichtung (60; 260) zum Austausch von Sensordaten verbunden ist.
18. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Positioniereinrichtung (70; 270) des Verseilschiffs (65; 265) und/oder die Positioniereinrichtung (70; 270) der Abstützeinrichtung (85; 285) bewegbar an einer ersten Führungseinrichtung (18) angeordnet sind, wobei das Verseilschiff (65; 265) und/oder die Abstützeinrichtung (85; 285) entlang einer Richtung zwischen der Einspanneinrichtung (28) und der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) bewegbar sind und bevorzugt das Verseilschiff (65; 265) an der Abstützeinrichtung (85; 285) angeordnet ist, sowie insbesondere die weitere Positioniereinrichtung (80) der weiteren Abstützeinrichtung (95) bewegbar an der ersten Führungseinrichtung (18) angeordnet ist, wobei die weitere Abstützeinrichtung (95) entlang einer Richtung zwischen der Einspanneinrichtung (28) und der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) bewegbar ist.

19. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspanneinrichtung (28) als weitere Verdrillkopfeinrichtung, insbesondere als Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, ausgebildet ist, sowie mit der
5 Steuereinrichtung (60; 260) zum Steuern zumindest der weiteren Verdrillkopfeinrichtung verbunden ist.
20. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) eine
10 Recheneinrichtung (61; 261) und eine Speichereinrichtung (62; 262) aufweist, welche mit der Steuereinrichtung (60; 260) verbunden sind, wobei mithilfe der Recheneinrichtung (61; 261) insbesondere zumindest Sensordaten der ersten Sensoreinrichtung (66) des Verseilschiffs (65; 265) verarbeitbar sind und/oder
15 zumindest Sensordaten der zweiten Sensoreinrichtung (82) der Abstützeinrichtung (85; 285) verarbeitbar sind und bevorzugt in der Speichereinrichtung (62; 262) speicherbar sind, sowie insbesondere zumindest Sensordaten der dritten Sensoreinrichtung (96) der weiteren Abstützeinrichtung (95) verarbeitbar sind und bevorzugt in der Speichereinrichtung (62; 262) speicherbar sind.
21. Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrillvorrichtung (15; 215) eine weitere
20 Führungseinrichtung (100) zum linearen Bewegen von der Einspanneinrichtung (28) oder zum linearen Bewegen von zumindest der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) und der Einspanneinrichtung (28)
25 aufweist, wobei insbesondere die erste Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) und die Einspanneinrichtung (28) auf der weiteren Führungseinrichtung (100) in diese Richtung linear bewegbar angeordnet sind, sowie die Verdrillvorrichtung (15; 215) bevorzugt zumindest eine weitere Sensoreinrichtung (110) aufweist, welche eine Lage der ersten
30 Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) und/oder der Einspanneinrichtung (28) an der weiteren Führungseinrichtung (100) erkennt und Sensordaten an die Steuereinrichtung (60; 260) übermittelt.
22. Verfahren zum Verseilen oder Verdrillen von zumindest zwei elektrischen und/oder optischen Leitungen (16; 216) mit einer Verdrillvorrichtung,

insbesondere mit einer Verdrillvorrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 13 bis 21, welche zumindest eine erste Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) mit einem Verdrillrotor (22) aufweist, insbesondere zumindest eine erste Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Einspannen einer ersten Leitung (16; 216) in der Verdrillvorrichtung (15; 215);
 - Einspannen zumindest einer weiteren Leitung (16; 216) in der Verdrillvorrichtung (15; 215), wobei die beiden Leitungen (16; 216) insbesondere parallel zueinander eingespannt werden;
 - Erkennen zumindest einer Lage und Bestimmen einer Verseilposition oder einer Ruheposition eines Verseilschiffs (65; 265) mit einer ersten Sensoreinrichtung (66);
 - Durchführen eines Verseilvorgangs oder eines Verdrillvorgangs an den zumindest zwei Leitungen, wobei ein Verseilvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff (65; 265) in der Verseilposition befindet und ein Verdrillvorgang durchgeführt wird, wenn sich das Verseilschiff (65; 265) in der Ruheposition befindet.
23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Durchführen des Verseilvorgangs zumindest das Verseilschiff (65; 265) in eine Verseilposition bewegt wird oder das Verseilschiff (65; 265) vor dem Durchführen des Verdrillvorgangs in eine Ruheposition bewegt wird.
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Lage einer Abstützeinrichtung (85; 285) mit einer zweiten Sensoreinrichtung (82) erkannt wird und insbesondere die Abstützeinrichtung (85; 285) von einer Ruheposition in eine Abstützposition bewegt wird, insbesondere geschwenkt wird, oder bevorzugt während dem Verseilvorgang oder dem Verdrillvorgang von einer ersten Abstützposition in eine weitere Abstützposition bewegt wird.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verseilschiff (65; 265) während des Verseilvorgangs entlang einer Richtung von der Einspanneinrichtung (28) in Richtung der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) wegbewegt wird und zumindest eine Position

des Verseilschiffes (65; 265) entlang dieser Richtung von zumindest einer weiteren Sensoreinrichtung (68) bestimmt wird und die Sensordaten an die Steuereinrichtung (60; 260) übermittelt werden sowie von der Steuereinrichtung (60; 260) weiterverarbeitet werden.

- 5 26. Verfahren nach Anspruch 24 oder 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Abstützeinrichtung (85; 285) während des Verseilvorgangs oder während des
Verdrillvorgangs entlang einer Richtung von der Einspanneinrichtung (28) zu
der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) wegbewegt wird und zumindest
10 eine Position der Abstützeinrichtung (85; 285) entlang dieser Richtung von
zumindest einer weiteren Sensoreinrichtung (68) bestimmt wird und die
Sensordaten an die Steuereinrichtung (60; 260) übermittelt werden sowie von
der Steuereinrichtung (60; 260) weiterverarbeitet werden.
- 15 27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Verseilschiff (65; 265) nach dem Verseilvorgang in eine Ruheposition
bewegt wird und/oder die Abstützeinrichtung (85; 285) nach dem
Verseilvorgang oder dem Verdrillvorgang in eine Ruheposition bewegt wird,
wobei dies bevorzugt durch die Beendigung des Verseilvorgangs oder des
Verdrillvorgangs ausgelöst wird.
- 20 28. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 27, wobei die Verdrillvorrichtung
(15; 215) eine zweite Verdrillkopfeinrichtung aufweist, insbesondere eine
zweite Verdrillkopfeinrichtung (240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, die
einen zweiten Verdrillrotor aufweist, der zumindest eine erste
Greifereinrichtung und eine weitere Greifereinrichtung aufweist, **dadurch**
gekennzeichnet, dass während des Verseilvorgangs der Verdrillrotor (22) der
25 ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) in Drehung versetzt wird und die erste
Greifereinrichtung und die weitere Greifereinrichtung der zweiten
Verdrillkopfeinrichtung (240) in Drehung versetzt werden, wobei das
Verseilschiff (65; 265) entlang einer Richtung zwischen der ersten
Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) und der zweiten Verdrillkopfeinrichtung (240)
30 bewegt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, wobei die erste Verdrillkopfeinrichtung (20; 220)
eine erste Greifereinrichtung (30) sowie eine weitere Greifereinrichtung (45)
aufweist **dadurch gekennzeichnet, dass** nach dem Verseilvorgang zwei

weitere Leitungen (16; 216) in die Verdrillvorrichtung (15; 215) eingespannt werden und anschliessend die erste Greifereinrichtung (30) und die weitere Greifereinrichtung (45) der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) in Drehung versetzt werden und der Verdrillrotor der zweiten Verdrillkopfeinrichtung (240) in Drehung versetzt wird, wobei das Verseilschiff (65; 265) entlang einer Richtung zwischen der ersten Verdrillkopfeinrichtung (20; 220) und der zweiten Verdrillkopfeinrichtung bewegt wird.

30. Computerimplementiertes Verfahren zum automatischen Bestimmen und Erzeugen von Datensätzen und/oder Bewegungsbefehlen zum Steuern zumindest einer Verdrillkopfeinrichtung, insbesondere einer Verdrillkopfeinrichtung (20; 220, 240) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, oder einer Verdrillvorrichtung, insbesondere einer Verdrillvorrichtung (15; 215) nach einem der Ansprüche 13 bis 21, welche ein Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen von zumindest zwei Leitungen (16; 216), insbesondere das Verfahren zum Verdrillen oder Verseilen nach einem der Ansprüche 22 bis 29, ausführt, wobei eine Lage eines Verseilschiffs (65; 265) mit einer ersten Sensoreinrichtung (66) erkannt wird und bevorzugt eine Lage einer Abstützeinrichtung (85; 285) mit einer zweiten Sensoreinrichtung (82) erkannt wird, und zumindest ein Datensatz und/oder ein Bewegungsbefehl erzeugt und gespeichert wird, insbesondere mehrere Datensätze und/oder Bewegungsbefehle erzeugt und gespeichert werden, welcher zumindest die Lage des Verseilschiffs (65; 265) und/oder die Bewegung von einer Ruheposition in eine Verseilposition angibt sowie bevorzugt die Lage der Abstützeinrichtung (85; 285) und/oder die Bewegung von einer Ruheposition in eine Abstützposition angibt.

31. Computerimplementiertes Verfahren nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein gespeicherter Datensatz und/oder zumindest ein gespeicherter Bewegungsbefehl an die Steuerungseinrichtung (60; 260) übermittelt wird.