

Verdrillvorrichtung und Verfahren zum Bestimmen oder Überprüfen einer Schlaglänge eines Leitungsbündels, computerimplementiertes Verfahren sowie ein Computerprogrammprodukt und ein Upgrade-Kit dazu

Die Erfindung betrifft eine Verdrillvorrichtung zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen
5 oder optischen Leitungen zu einem Leitungsbündel, ein Verfahren zum Bestimmen oder
Überprüfen einer Schlaglänge eines verdrehten oder verseilten Leitungsbündels, ein
computerimplementiertes Verfahren zum automatischen Bestimmen und Erzeugen von
Datensätzen, ein Computerprogrammprodukt, eine Steuereinrichtung zum Steuern einer
Verdrillvorrichtung, eine Verwendung einer Verdrillvorrichtung sowie einen Upgrade-Kit für eine
10 Verdrillvorrichtung nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Bei der Herstellung von verdrehten oder verseilten Leitungsbündeln stellt die Schlaglänge ein
wichtiges Qualitätsmerkmal dar, weil die Schlaglänge der verdrehten oder verseilten
Leitungsbündel den Abschirmungsbereich gegen störende Felder von Leitungen in naher
Umgebung vorgibt. Verdrehte oder verseilte Leitungsbündel werden typischerweise im
15 Automobilbau eingesetzt, da diese in den dort vorherrschenden automatischen
Herstellungsprozessen einfach maschinell verbaut werden können. Die Leitungsbündel werden
typischerweise in einer Verdrillvorrichtung in einem Verdrillvorgang oder in einem Verseilvorgang
hergestellt. Eine hier vorliegend beschriebene Verdrillvorrichtung ist geeignet um zumindest zwei
Leitungen zu einem Leitungsbündel zu verdrehten oder zu verseilen, wobei die Verdrillvorrichtung
20 geeignet ist um einen Verdrillvorgang oder einen Verseilvorgang durchzuführen. Bei einem
Leitungsbündel aus lediglich zwei Leitungen wird typischerweise von einem Twisted Pair
gesprochen.

Vorliegend wird unter einem Verdrillvorgang das gegenseitige Umeinanderdrehen von zwei oder
mehr Leitungen verstanden. Um eine bestimmte Verdrillung zu erreichen, muss das verdrehte
25 Leitungsbündel bei dieser Herstellung im einfachsten Fall überdreht werden, sodass sich dieses
nach einem Entspannungsvorgang in der gewünschten Endverdrillung einfindet.

Unter einem Verseilvorgang wird hier vorliegend das gegenseitige Umeinanderlegen von zwei
oder mehr Leitungen verstanden. Im Verseilvorgang wird ein Verseilschiff während dem
gegenseitigen Umeinanderlegen der zu verseilenden Leitungen von einem Leitungsende bis zum
30 anderen Leitungsende entlang der zu verseilenden Leitungen bewegt.

Somit weist ein verdrehtes oder verseiltes Leitungsbündel in einer Ebene entlang der
Leitungsbündellängsachse mehrere Leitungsbündeltäler und Leitungsbündelberge auf, welche
räumlich voneinander getrennt sind.

Die Schlaglänge eines verseilten oder verdrehten Leitungsbündels wird hier vorliegend als regelmässiger Abstand von dem Beginn eines Leitungsbündeltals bis zu dem Beginn eines weiteren Leitungsbündeltals verstanden, oder als regelmässiger Abstand von dem Beginn eines Leitungsbündelberges zu dem Beginn eines weiteren Leitungsbündelberges, verstanden.

- 5 Alternativ wird die Schlaglänge definiert durch das Erfassen/Zählen von Leitungsbündelbergen und von Leitungsbündeltälern über eine definierte Wegstrecke entlang des Leitungsbündels und Berechnung der mittleren Schlaglänge bezogen auf diese definierte Wegstrecke.

- Es ist ebenfalls bekannt, dass frisch verdrehte oder verseilte Leitungen nicht zwingenderweise über ihre ganze Länge die genau gleichen Eigenschaften aufweisen. Insbesondere nach dem
10 Entspannen oder nach dem Entfernen aus der Verdrehvorrichtung können sich die Eigenschaften, insbesondere an den Enden der Leitungen noch etwas ändern, weil beispielsweise ein Abstand zwischen den Enden der Leitungen nicht mehr fixiert, sondern veränderbar ist.

- In den bekannten Herstellungsprozessen der Leitungsbündel ist eine regelmässige Schlaglänge beispielsweise abhängig von Leitungsmaterial, Temperatur usw. und unterliegt Schwankungen.
15 Sie muss daher regelmäßig überprüft werden. Die Regelmässigkeit der Schlaglänge von verseilten oder verdrehten Leitungsbündeln, d.h. die Gleichmässigkeit und Toleranzeinhaltung der einzelnen Schlaglängen, ist beispielsweise eine Qualitätsanforderung in der Automotive-Richtlinie LV 122. Im Herstellungsprozess kann es vorkommen, dass die zunächst gewählten Herstellungsparameter der Verdrehvorrichtung ungeeignet sind, um ein Leitungsbündel
20 herzustellen, das die Qualitätsanforderungen gemäss der Automotive-Richtlinie LV 122 vollumfänglich erfüllt, sodass die Herstellungsparameter der Verdrehvorrichtung schrittweise bzw. iterativ angepasst werden müssen.

- Die JP 2007-242431 A offenbart eine Verdrehvorrichtung zum Herstellen eines Leitungsbündels sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Leitungsbündels. Die Verdrehvorrichtung weist eine
25 längliche Basis auf, an deren Enden jeweils ein Verdrehkopf angeordnet ist. Die zu verdrehenden Leitungen werden in den beiden Verdrehköpfen der Verdrehvorrichtung eingespannt und werden verdreht. An einem der Enden der Basis ist beim Verdrehkopf eine Kamera zum Bestimmen der Schlaglänge eines verdrehten Leitungsbündels angeordnet.

- Nachteilig an dieser bekannten Lösung ist, dass die Bestimmung der Schlaglänge des verdrehten
30 Leitungsbündels an einem Ende punktuell ist. Die schlussendliche Qualitätsprüfung der Schlaglänge des verdrehten Leitungsbündels ist deshalb an einer externen Schlaglängenqualitätsprüfvorrichtung zusätzlich erforderlich.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung einen oder mehrere Nachteile des Standes der Technik zu beheben. Insbesondere soll eine Verdrehvorrichtung und/oder ein Verfahren zum

Bestimmen oder Überprüfen einer Schlaglänge eines verdrehten oder verseilten Leitungsbündels an einer Verdrehvorrichtung geschaffen werden, so dass die produzierten Leitungsbündel die geforderten Qualitätsanforderungen sicher erfüllen. Weiter soll insbesondere ein computerimplementiertes Verfahren, ein Computerprogrammprodukt und/oder eine
5 Steuereinrichtung zum Steuern einer Verdrehvorrichtung und/oder ein Upgrade-Kit für eine Verdrehvorrichtung bereitgestellt werden, welche einen oder mehrere Nachteile des Standes der Technik beheben.

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

Die erfindungsgemäße Verdrehvorrichtung zum Verdrehen oder zum Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen zu einem Leitungsbündel umfasst zumindest einen ersten Verdrehkopf und eine Einspanneinrichtung. Der erste Verdrehkopf und die Einspanneinrichtung sind voneinander beabstandet. Die Verdrehvorrichtung umfasst zumindest eine
15 Erkennungseinrichtung zum Aufnehmen einer für eine Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information. Dabei ist zumindest die eine Erkennungseinrichtung relativ zum ersten Verdrehkopf und der Einspanneinrichtung bewegbar.

Damit ist das Aufnehmen der für eine Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information an einer beliebigen Position am verdrehten oder verseilten Leitungsbündel an der
20 Verdrehvorrichtung möglich. Dies ermöglicht das Bestimmen der Schlaglänge an einer spezifischen Position entlang des Leitungsbündels, nämlich mit einem bestimmten Abstand zum Verdrehkopf. Damit ist ein Aufnehmen der für die Schlaglänge indikativen Information unbeeinflusst vom Verdrehkopf oder einer daran befindlichen Einspannvorrichtung, die das Leitungsbündel hält, das heisst, unbeeinflusst vom Aufbau der Verdrehvorrichtung, möglich.
25 Somit wird die Qualität dieser indikativen Information verbessert. Zudem ist das Aufnehmen der indikativen Information durch die Bewegbarkeit der Erkennungseinrichtung an mehreren Stellen ermöglicht, womit eine weitere Prüfung der Schlaglänge des verdrehten oder verseilten Leitungsbündels auf einer externen Schlaglängenprüfvorrichtung vermieden werden kann.

Vorteilhaft ist die Aufnahme der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information
30 ein Abbild des Leitungsbündels, wodurch eine einfache Schlaglängenbestimmung mittels Bilderkennung durchführbar ist. Als Abbild des Leitungsbündels ist hier vorliegend eine bildgebende Aufnahme des Leitungsbündels zu verstehen. Beispielsweise ist ein Abbild eine zweidimensionale oder dreidimensionale Abbildung, welche mit der zumindest einen Erkennungseinrichtung aufgenommen wird.

Die für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information kann orts aufgelöste und/oder zeitaufgelöste Intensitätsmessungen (Muster, Farben,...) umfassen, welche von der zumindest einen Erkennungseinrichtung aufgenommen werden.

Die indikative Information kann typischerweise, insbesondere bei einem Twisted Pair, ein Abbild des Leitungsbündels sein, welches von einer Seite belichtet wird. Das Abbild entspricht somit im einfachsten Sinn dem Schattenwurf des Leitungsbündels, wobei dieses Abbild entsprechende Einschnürungen aufweist, die den Leitungsbündeltälern entsprechen. Die für die Schlaglänge indikative Information kann daher beispielsweise der Abstand von einer ersten Einschnürung zu einer zweiten Einschnürung sein.

10 Bevorzugt ist die zumindest eine Erkennungseinrichtung unabhängig zum ersten Verdrillkopf und der Einspanneinrichtung bewegbar, wodurch die für eine Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information unabhängig eines Status der Verdrillvorrichtung und/oder unabhängig des Verdrillkopfs an beliebig vielen Positionen zwischen dem ersten Verdrillkopf und der Einspanneinrichtung bestimmbar ist.

15 Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung eine Führungseinrichtung auf, wobei die zumindest eine Erkennungseinrichtung an der Führungseinrichtung angeordnet ist. Damit ist die Erkennungseinrichtung an einer beliebigen Position entlang des verdrehten oder verdrehten Leitungsbündels exakt positionierbar, oder in eine Position abseits des verdrehten oder verdrehten Leitungsbündels positionierbar.

20 Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung zumindest eine Auflageeinrichtung zum Abstützen der Leitungen und/oder des Leitungsbündels auf. Damit wird ein Schwingen der Leitungen während dem Herstellen des Leitungsbündels unterdrückt oder verhindert, wodurch eine Herstellung der Leitungsbündel mit einer hohen Genauigkeit ermöglicht wird.

Ebenfalls kann ein Schwingen des Leitungsbündels während der Aufnahme der für die
25 Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information verhindert oder unterdrückt werden.

Bevorzugt weist die zumindest eine Auflageeinrichtung eine Auflageeinheit auf, wodurch ein exaktes Abstützen der Leitungen und/oder des Leitungsbündels ermöglicht wird und ein konstanter Abstand des Leitungsbündels zur zumindest einen Erkennungseinrichtung festlegbar ist.

30 Die Auflageeinheit ist vorteilhaft zylinderförmig ausgeführt, sodass das Leitungsbündel einfach stützend gelagert werden kann. Darüber hinaus können die zu verdrehenden oder zu verdrehenden Leitungen parallel zueinander am Zylinderumfang der zylinderförmigen Auflageeinheit angeordnet werden.

Alternativ ist die Auflageeinheit T-förmig ausgeführt. Dabei ist der Schenkel des T derart angeordnet, dass die zu verdrellenden oder zu verseilenden Leitungen im Herstellungsprozess voneinander beabstandet sind.

Alternativ ist die Auflageeinheit V-förmig ausgeführt, sodass eine verbesserte
5 Schwingungsunterdrückung des Leitungsbündels gewährleistet ist, da die Leitungen und oder das Leitungsbündel innerhalb der V-förmigen Öffnung angeordnet sind.

Vorteilhaft weist die zumindest eine Auflageeinrichtung eine Positioniereinheit zum Positionieren der Auflageeinheit auf, womit der Abstand zwischen dem Leitungsbündel und der zumindest einen Erkennungseinrichtung einstellbar ist. Damit ist je nach Leitungstypen
10 (Leitungsquerschnitt, Mantelleitung) im verdrehten oder verseilten Leitungsbündel ein beliebiger Abstand zur zumindest einen Erkennungseinrichtung einstellbar. Weiters lässt sich die Auflageeinheit mit der Positioniereinheit zum Leitungsbündel heranzuführen und davon wegführen, sodass das Leitungsbündel auf der Auflageeinheit aufliegt oder davon beabstandet ist. Vorteilhaft erfolgt das Heranzuführen oder das Wegführen der Auflageeinheit in einer Schwenkbewegung,
15 womit die Bewegung besonders platzsparend durchführbar ist.

Vorzugsweise ist die zumindest eine Auflageeinrichtung an der Führungseinrichtung angeordnet, wodurch die zumindest eine Auflageeinrichtung entlang der Führungseinrichtung bewegbar ist.

Bevorzugt ist die zumindest eine Auflageeinrichtung relativ zum ersten Verdrehkopf bewegbar, wodurch die zumindest eine Auflageeinrichtung entlang des Leitungsbündels bewegbar ist und
20 somit ein Positionieren der zumindest einen Auflageeinrichtung an einer beliebigen Position am verdrehten oder verseilten Leitungsbündel ermöglicht wird.

Insbesondere ist die zumindest eine Auflageeinrichtung gemeinsam mit der zumindest einen Erkennungseinrichtung bewegbar. Damit lassen sich die zumindest eine Auflageeinrichtung und die zumindest eine Erkennungseinrichtung gleichzeitig an einer beliebigen Position am verdrehten
25 oder verseilten Leitungsbündel positionieren. Somit lässt sich eine für die Schlaglänge indikative Information an einer Position am verdrehten oder verseilten Leitungsbündel aufnehmen, an der das verdrehte oder verseilte Leitungsbündel von der Auflageeinrichtung gestützt wird.

Bevorzugterweise umfasst die zumindest eine Erkennungseinrichtung eine Kamera zum Aufnehmen der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information. Damit umfasst
30 die für die Aufnahme der Schlaglänge indikative Information zumindest zwei räumliche Dimensionen. Typischerweise umfasst eine Kamera einen bildgebenden Sensor, wie beispielsweise einen CMOS-Sensor oder einen CCD-Sensor, zum Aufnehmen eines Abbildes. Aus dem Abbild der Kamera lassen sich auch weitere Informationen zu den Leitungen bzw. zum

Leitungsbündel aufnehmen, wie beispielsweise deren Farbe, Isolations-Muster, Verdrillrichtung (Z- oder S-Schlag) oder auch Schäden an der Isolation der Leitungen.

Alternativ umfasst die zumindest eine Erkennungseinrichtung einen Lasersensor zum Aufnehmen der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information. Lasersensoren sind typischerweise einfach und robust aufgebaut und unproblematisch in der Wartung und Einstellung. Ein Lasersensor, insbesondere ein Laservorhang, ermöglicht ein schnelles eindimensionales Messverfahren für die Aufnahme der für die Schlaglänge indikativen Information. Dabei misst der Lasersensor beispielsweise eine Breite des Leitungsbündels und erkennt dabei die Leitungsbündelberge und Leitungsbündeltäler. Dabei sind beispielsweise orts aufgelöste und/oder zeitaufgelöste Intensitätsmessungen (Schattenwurfmessungen) entlang des verdrillten oder verseilten Leitungsbündels durchführbar, welche schnell ausgewertet werden können und eine einfache Bestimmung der Schlaglänge am Leitungsbündel ermöglichen.

Es ist ebenfalls vorstellbar, dass mittels des Lasersensors der Abstand zwischen dem Leitungsbündel und dem Laser entlang einer bestimmten Leitungsbündellänge gemessen wird und so die Leitungsbündelberge und die Leitungsbündeltäler identifiziert werden. Eine entsprechende orts aufgelöste Messung entlang des Leitungsbündels ermöglicht ein Bestimmen des Abstandes von bspw. einzelnen Leitungsbündeltälern, was ein entsprechendes Bestimmen der Schlaglänge ermöglicht.

Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung eine Beleuchtungseinrichtung auf. Die Beleuchtungseinrichtung ist ausgebildet, um die zu verdrillenden oder zu verseilenden Leitungen während der Aufnahme der für die Schlaglänge indikativen Information zu beleuchten, sodass unterschiedliche Eigenschaften, wie etwa Leitungsdimensionen, Leitungsfarben, usw. für die zumindest eine Erkennungseinrichtung erkennbar sind.

Vorteilhaft umfasst die Beleuchtungseinrichtung eine Abschirmeinheit. Damit wird ein Fremdlichteinfall verhindert, womit eine Verfälschung der Aufnahme der für die Schlaglänge indikativen Information unterbunden wird.

Beispielsweise lässt sich beim Verwenden einer Kamera eine verbesserte bildgebende Bestimmung der Schlaglänge durchführen, insbesondere lassen sich unterschiedlich eingefärbte Leitungen in einem Leitungsbündel einfach in einem Abbild erkennen.

Bevorzugt ist die Beleuchtungseinrichtung an der zumindest einen Erkennungseinrichtung angeordnet, wodurch die Qualität der Aufnahme mit der Erkennungseinrichtung verbessert wird, da das verdrillte oder verseilte Leitungsbündel an jeder Position gleichmässig ausgeleuchtet werden kann. Die Aufnahmeparameter sind für jede Position gleichmässig reproduzierbar.

Insbesondere ist die Beleuchtungseinrichtung ein integraler Bestandteil der Kamera, wodurch ein kompakter und einfacher Aufbau gewährleistet ist und die Qualität der Aufnahme mit der Kamera weiter verbessert wird.

5 Bevorzugterweise weist die Verdrillvorrichtung eine Steuereinrichtung zum Steuern oder Regeln der Verdrillvorrichtung auf. Die Steuereinrichtung steuert unter anderem die Bewegungen des ersten Verdrillkopfs und der Einspanneinrichtung, womit sich die verdrillten oder verseilten Leitungsbündel reproduzierbar maschinell herstellen lassen. Diese Steuereinrichtung steuert und regelt vorteilhaft weiters die Erkennungseinrichtung, welche an der Führungseinrichtung bewegbar angeordnet ist. Somit lässt sich mit einer zentralen Steuereinrichtung sowohl die
10 Verdrillvorrichtung als auch die zumindest eine Erkennungseinrichtung steuern oder regeln, sodass die Aufnahme der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information an dem in der Verdrillvorrichtung eingespannten Leitungsbündel erfolgen kann. Damit können die Bewegungsabläufe der Verdrillvorrichtung und der zumindest einen Erkennungseinrichtung abhängig voneinander gesteuert und geregelt werden.

15 Alternativ oder ergänzend weist die Erkennungseinrichtung eine Steuereinrichtung auf, womit die Erkennungseinrichtung separat und von der Verdrillvorrichtung unabhängig angesteuert werden kann und an eine beliebige Position am verdrillten oder verseilten Leitungsbündel bewegbar ist.

Alternativ oder ergänzend weist die Verdrillvorrichtung eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information auf. Die zumindest eine Erkennungseinrichtung ist mit der Auswerteeinrichtung zum Austauschen von Daten verbunden. Die Auswerteeinrichtung empfängt die für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information von der Erkennungseinrichtung. Damit lässt sich ein Auswerten der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information direkt an der Verdrillvorrichtung
25 durchführen.

Ein Auswerten der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information in der Auswerteeinrichtung umfasst hier vorliegend zumindest das Entgegennehmen der Daten, insbesondere der Messdaten, von der Erkennungseinrichtung, sowie zumindest ein Vergleichen der entgegengenommenen Daten mit in der Auswerteeinrichtung bekannten Referenzdaten und
30 zumindest ein Zuordnen der verglichenen Daten zu einer vorab definierten Schlaglänge des Leitungsbündels.

Vorteilhaft weist die Auswerteeinrichtung zu diesem Zweck eine Recheneinheit auf, welche die Daten der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information empfängt und gegebenenfalls weiterverarbeiten kann.

Insbesondere ist die Auswerteeinrichtung mit der Steuereinrichtung zum Austauschen von Daten verbunden. Die Daten lassen sich in der Auswerteeinrichtung weiterverarbeiten und sind in der Steuereinrichtung zum Korrigieren des Herstellungsprozesses der Leitungsbündel verwendbar. Dabei können zumindest einzelne Parameter für einen Verdrillvorgang oder Verseilvorgang des ersten Verdrillkopfs angepasst werden.

Vorteilhaft ist die Auswerteeinrichtung mit der Steuereinrichtung der zumindest einen Erkennungseinrichtung zum Austausch von Daten verbunden. Dabei können beispielsweise zumindest einzelne Parameter für die Aufnahme der für die Schlaglänge indikativen Information an der zumindest einen Erkennungseinrichtung angepasst werden und diese unabhängige von der Verdrillvorrichtung angepasst werden.

Vorzugsweise ist die Auswerteeinrichtung mit zumindest einer Datenbank zum Bereitstellen von Referenzdaten verbunden. Die Datenbank weist eine Daten-Bibliothek von gespeicherten Daten für verdrillte oder verseilte Leitungsbündel unterschiedlichster Eigenschaften (Art, Aufbau, Dimension, usw.) auf, sogenannte Referenzdaten, welche zumindest eine für die Schlaglänge vorhergesehene indikative Information als Referenzwert umfassen. Die Datenbank umfasst typischerweise auch Referenzdaten für den Herstellungsprozess mit Bezug auf die verarbeitenden Leitungen. Somit lässt sich in der Auswerteeinrichtung die für die Schlaglänge gemessene indikative Information mit dem jeweiligen Referenzwert der für die Schlaglänge vorgesehenen indikativen Information vergleichen. Abhängig von den Eigenschaften des in der Verdrillvorrichtung verdrillten oder verseilten Leitungsbündels steht ein entsprechender Referenzwert in der Daten-Bibliothek der Datenbank zur Verfügung, womit die Schlaglänge von einer Vielzahl von unterschiedlichen verdrillten oder verseilten Leitungsbündel bestimmt werden können.

Die Referenzdaten sind in der Datenbank abgelegt und umfassen Daten zur Schlaglänge eines Leitungsbündels mit vorab definierten Eigenschaften bzw. Referenzwerten. Diese werden beispielsweise vorab in Verdrillvorgängen oder Verseilvorgängen verschiedenster Leitungen bzw. Leitungskombinationen, abhängig von Verdrillparametern (beispielsweise die Rotationsgeschwindigkeit des ersten Verdrillkopfs) oder Verseilparametern (beispielsweise die Bewegungsgeschwindigkeit eines Verseilschiffes entlang der Längsachse der zu verseilenden Leitungen) erstellt und in der Datenbank abgelegt.

Es können aber auch Daten sein, die manuell und ohne Vergleichsversuche eingegeben wurden.

Bevorzugterweise ist eine Längenkompensationseinrichtung zur Kompensation der Längenänderung der Leitungen im Verdrillvorgang oder Verseilvorgang vorhanden. Damit lassen sich für die eingespannten Leitungen eine gleichmässige axiale Zugkraft im Verdrillvorgang oder Verseilvorgang einstellen.

Bevorzugt weist die Längenkompensationseinrichtung einen verfahrbaren Längenausgleichschlitten auf. Die Verkürzung der zu verdrellenden oder der zu verseilenden Leitungen im Verdrellvorgang oder im Verseilvorgang folgt drehzahlabhängig einer Parabel-Funktion und wird durch den entlang der Längsachse des Leitungsbündels verfahrbaren Längenausgleichschlitten ausgeführt. Das Anfahren des Verdrellvorganges erfolgt üblicherweise mit niedriger Umdrehungsgeschwindigkeit am Verdrellrotor, solange bis die zu verdrellenden Leitungen aneinander anliegen und die axiale Zugkraft konstant bleibt.

Typischerweise ist der Längenausgleichschlitten passiv verfahrbar und durch ein Vorspannelement, beispielsweise durch einen pneumatisch gesteuerten Zylinder, mit einer von zumindest einem ersten Verdrellkopf wegweisenden Kraft beaufschlagt. Das Vorspannelement ist vorteilhaft mit der Steuereinrichtung der Verdrellvorrichtung verbunden. Auf diese Weise wird über die gesamte Weglänge der während des Verdrellvorgangs oder Verseilvorgangs bewegten Elemente eine axiale Zugkraft auf die zu verdrellenden oder zu verseilenden Leitungen aufgebracht, um dadurch den Verdrellvorgang oder Verseilvorgang und dessen Qualität zu verbessern. Die dafür notwendigen Daten sind vorteilhaft von der Steuereinrichtung an die Auswerteeinrichtung übertragbar, sodass diese im Herstellungsprozess der Leitungsbündel verwendbar sind.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen oder Überprüfen einer Schlaglänge eines verdrellten oder verseilten Leitungsbündels an einer Verdrellvorrichtung wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Bereitstellen des Leitungsbündels;
- Positionieren zumindest einer Erkennungseinrichtung zu dem Leitungsbündel,
- Bewegen der zumindest einen Erkennungseinrichtung an eine beliebige erste Position relativ zum Leitungsbündel;
- Aufnehmen zumindest einer für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information an der ersten Position am Leitungsbündel mithilfe der zumindest einen Erkennungseinrichtung.

Das Aufnehmen an einer beliebigen Position am verdrellten oder verseilten Leitungsbündel der zumindest einen für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information an der Verdrellvorrichtung ermöglicht eine beschleunigte Qualitätsprüfung der Schlaglänge, ohne negative Einflüsse beispielsweise der Einspannvorrichtung oder von Greifereinrichtungen, am Verdrellkopf. Zudem erlaubt das Bewegen der zumindest einen Erkennungseinrichtung das Aufnehmen der indikativen Information an einem oder mehreren spezifischen Positionen. Eine

externe Schlaglängenprüfvorrichtung ist somit nicht mehr zwingend notwendig. Damit wird der gesamte Herstellungsprozess zeitlich verkürzt.

Vorteilhaft wird das Verfahren mit der zuvor beschriebenen Verdrillvorrichtung durchgeführt, wodurch sich der Herstellungsprozess weiter zeitlich verkürzen lässt.

- 5 Insbesondere erfolgt das Positionieren der zumindest einen Erkennungseinrichtung zu dem Leitungsbündel in einem bestimmten Abstand zu dem Leitungsbündel, wodurch die Aufnahme der für die Schlaglänge indikativen Information qualitativ verbessert werden kann.

- 10 Insbesondere wird die zumindest eine Erkennungseinrichtung an eine beliebige erste Position entlang einer Längsachse des Leitungsbündels bewegt, wodurch ein Aufnehmen der für die Schlaglänge indikativen Information an jeder beliebigen Position ermöglicht wird, insbesondere, wenn der Abstand von der zumindest einen Erkennungseinrichtung zum verseilten oder verdrillten Leitungsbündel unverändert bleibt.

- 15 Insbesondere ist die für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information ein Abbild des Leitungsbündels. Das ermöglicht eine reale Abbildung des Leitungsbündels. Dieses Abbild kann direkt von einem Benutzer der Verdrillvorrichtung überprüft werden.

Vorzugsweise wird die zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information an eine Auswerteeinrichtung zum Auswerten der Schlaglänge des Leitungsbündels übermittelt. Dadurch kann die für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information weiterverarbeitet werden.

- 20 Die Auswerteeinrichtung empfängt diese Daten, welche in der Auswerteeinrichtung beispielsweise auf ein standardisiertes Format verarbeitet werden, wodurch eine schnelle Bestimmung der Schlaglänge des Leitungsbündels ermöglicht wird.

- 25 Bevorzugterweise wird die zumindest eine Erkennungseinrichtung an eine weitere Position relativ zum Leitungsbündel bewegt und zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information an der weiteren Position am Leitungsbündel aufnimmt und an die Auswerteeinrichtung übermittelt. Damit kann die Schlaglänge an einer weiteren Position am Leitungsbündel bestimmt werden und gegebenenfalls eine Abweichung zu einer vorab gewünschten Schlaglänge an einer beliebigen weiteren Position am Leitungsbündel erkannt werden.

- 30 Bevorzugt wird die zumindest eine Erkennungseinrichtung an eine weitere Position relativ zum Leitungsbündel bewegt. Die Erkennungseinrichtung nimmt dabei zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information auf der Wegstrecke hin zu dieser einen weiteren Position auf und übermittelt die zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels

indikative Information an die Auswerteeinrichtung. Damit kann die Schlaglänge an der gesamten Wegstrecke am Leitungsbündel kontinuierlich bestimmt werden und gegebenenfalls eine Abweichung zu einer vorab gewünschten Schlaglänge am Leitungsbündel erkannt werden.

Vorteilhaft beträgt die Wegstrecke zwischen der ersten Position und weiteren Position einen fest definierten Abstandswert, sodass die Qualität der Auswertung der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information verbessert wird.

Insbesondere beträgt der definierte Abstandswert einen Meter (1 m), wodurch eine der Qualitätsanforderung in der Automotive-Richtlinie LV 122 erfüllt wird.

Vorzugsweise vergleicht die Auswerteeinrichtung die zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information der ersten Position mit Referenzdaten und ordnet dem Leitungsbündel an der jeweiligen Position eine erste Schlaglänge zu. Die in der Datenbank abgelegten Referenzdaten bzw. Referenzwerte werden entsprechend den Eigenschaften des verdrehten oder verseilten Leitungsbündels an die Auswerteeinrichtung übermittelt und mit der zumindest einen für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information verglichen, wodurch eine schnelle Qualitätsprüfung der Schlaglänge erfolgen kann.

Bevorzugt erstellt die Auswerteeinrichtung bei einer Abweichung der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information an der ersten Position des Leitungsbündels von den Referenzdaten bzw. von dem Referenzwert, Korrekturdaten bzw. zumindest einen Korrekturwert, welcher an die Steuereinrichtung der Verdrillvorrichtung und/oder der Steuereinrichtung der Erkennungseinrichtung übermittelt wird. Dabei umfassen die Korrekturdaten bzw. der zumindest eine Korrekturwert eine Anpassung im Verdrillvorgang oder Verseilvorgang oder eine Anpassung im Aufnehmen der für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information. Beispielsweise wird die Rotationsgeschwindigkeit des ersten Verdrillkopfs geändert und/oder die Bewegungsgeschwindigkeit des Verseilschiffs geändert.

Alternativ oder ergänzend vergleicht die Auswerteeinrichtung die zumindest eine für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information der weiteren Position mit Referenzdaten und ordnet dem Leitungsbündel an der jeweiligen Position eine weitere Schlaglänge zu. Es kann somit die Schlaglänge an unterschiedlichen Positionen gemessen werden und beispielsweise eine Änderung oder ein Mittelwert der Schlaglänge entlang der Längsachse des Leitungsbündels bestimmt werden.

Bevorzugterweise wird die erste zugeordnete Schlaglänge in zumindest einer Datenbank abgespeichert. Damit werden neue Referenzdaten bzw. Referenzwerte, welche der ersten

zugeordneten Schlaglänge entsprechen, in der Datenbank hinterlegt, wodurch der Datenbankbestand erweitert werden kann.

Alternativ oder ergänzend wird die weitere zugeordnete Schlaglänge in zumindest einer Datenbank abgespeichert. Damit werden neue Referenzdaten bzw. Referenzwerte, welche der
5 weiteren zugeordneten Schlaglänge entsprechen, in der Datenbank hinterlegt, wodurch der Datenbankbestand erweitert werden kann und jederzeit von der Auswerteeinrichtung abrufbar ist.

Vorzugsweise weist die Verdrillvorrichtung zumindest einen ersten Verdrillkopf und eine Einspanneinrichtung zum Bereitstellen des Leitungsbündels auf. Die zumindest eine
10 Erkennungseinrichtung kann relativ zum ersten Verdrillkopf und der Einspanneinrichtung bewegt werden. Dadurch wird die für eine Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information an jeder beliebigen Positionen zwischen dem ersten Verdrillkopf und der Einspanneinrichtung bestimmbar.

Bevorzugt wird die zumindest eine Erkennungseinrichtung relativ zum ersten Verdrillkopf und
15 der Einspanneinrichtung unabhängig bewegt, sodass die Erkennungseinrichtung an eine beliebige Position entlang des Leitungsbündels bewegbar ist. Dadurch wird die für eine Schlaglänge des Leitungsbündels indikative Information unabhängig eines Status der Verdrillvorrichtung und/oder unabhängig des Verdrillkopfs an beliebig vielen Positionen zwischen dem ersten Verdrillkopf und der Einspanneinrichtung bestimmbar.

Bevorzugterweise wird vor dem Aufnehmen zumindest einer für die Schlaglänge des
20 Leitungsbündels indikativen Information das Leitungsbündel mittels zumindest einer Auflageeinrichtung zumindest abschnittsweise abgestützt. Damit wird eine Schwingungsbewegung des verdrillten oder verseilten Leitungsbündels abgedämpft.

Insbesondere wird vor dem Aufnehmen zumindest einer für die Schlaglänge des Leitungsbündels
25 indikativen Information das Leitungsbündel im Bereich der zumindest einen Erkennungseinrichtung mittels zumindest einer Auflageeinrichtung zumindest abschnittsweise abgestützt. Dadurch wird ein definierter Abstand zwischen der zumindest einen Erkennungseinrichtung und dem verdrillten oder verseilten Leitungsbündel festgelegt und/oder ein Nachschwingen des Leitungsbündels unterdrückt oder verhindert.

Vorzugsweise wird die zumindest eine Auflageeinrichtung relativ zu dem Leitungsbündel bewegt,
30 wodurch die zumindest eine Auflageeinrichtung an jede beliebige Position entlang der Längsachse des Leitungsbündels positionierbar ist.

Insbesondere wird die Auflageeinheit der zumindest einen Auflageeinrichtung in Richtung zum Leitungsbündel bewegt, wodurch ein definierter Abstand zwischen der zumindest einen Erkennungseinrichtung und dem Leitungsbündel eingestellt werden kann.

5 Bevorzugt wird die zumindest eine Auflageeinrichtung gemeinsam mit der zumindest einen Erkennungseinrichtung bewegt, wodurch die zumindest eine Auflageeinrichtung und die zumindest eine Erkennungseinrichtung gleichzeitig bewegbar sind. Somit sind sowohl die zumindest eine Auflageeinrichtung und die zumindest eine Erkennungseinrichtung mit einer einzigen Antriebseinrichtung antreibbar.

10 Insbesondere werden die zumindest eine Auflageeinrichtung und die zumindest eine Erkennungseinrichtung während dem Verdrillen oder Verseilen der Leitungen bewegt. Damit lässt sich die Schlaglänge auch während dem Verdrillvorgang oder dem Verseilvorgang an der Verdrillvorrichtung bestimmen und/oder der Verdrill- oder Verseilvorgang im Wesentlichen in Echtzeit kontrollieren und/oder überwachen.

15 Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein computerimplementiertes Verfahren zum automatischen Bestimmen und Erzeugen von Datensätzen anhand zumindest einer für die Schlaglänge eines Leitungsbündels indikativen Information, insbesondere nach einem hier vorliegend beschriebenen Verfahren und/oder ein computerimplementiertes Verfahren zum Steuern einer Verdrillvorrichtung, insbesondere mit einer hier vorliegend beschriebenen Verdrillvorrichtung, anhand zumindest einer für die Schlaglänge eines Leitungsbündels
20 indikativen Information. Das computerimplementierte Verfahren umfasst zumindest die folgenden Schritte:

- Aufnahme zumindest einer für die Schlaglänge eines Leitungsbündels indikativen Information mit zumindest einer Erkennungseinrichtung;
- Vergleichen der zumindest einen für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information mit Referenzdaten;
25
- Feststellen von Korrekturdaten anhand des Vergleichs der Referenzdaten mit der zumindest einen für die Schlaglänge des Leitungsbündels indikativen Information;
- Übermitteln der Korrekturdaten an eine Steuereinrichtung der Verdrillvorrichtung zur Korrektur eines Verdrillvorgangs oder Verseilvorgangs an der Verdrillvorrichtung.

30 Das computerimplementierte Verfahren ermöglicht somit eine automatische Anpassung im Verdrillvorgang oder Verseilvorgang, ohne dass die Programmierung der Steuereinrichtung der Verdrillvorrichtung vom Benutzer angepasst werden muss. Die Datensätze umfassen beispielsweise Bewegungsbefehle, beispielsweise für eine Antriebseinrichtung des ersten

Verdrillkopfs, welche abhängig von den Korrekturdaten erstellt werden. Weiters können somit neuartige Leitungen, für welche es noch keinen bekannten Verdrillvorgang oder Verseilvorgang gibt, reproduzierbar zu einem Leitungsbündel verdrillt oder verseilt werden.

- Insbesondere umfasst die Aufnahme zumindest einer für die Schlaglänge eines Leitungsbündels
5 indikativen Information mit zumindest einer Erkennungseinrichtung ein Abbild des Leitungsbündels, wodurch eine einfache Qualitätsüberprüfung ermöglicht wird.

Vorzugsweise werden die erstellten Bewegungsbefehle an die Steuereinrichtung übermittelt und dort ausgeführt. Dadurch lässt sich der Verdrillvorgang oder Verseilvorgang automatisch anpassen.

- 10 Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Computerprogrammprodukt umfassend Bewegungsbefehle die bei deren Ausführung auf einem Computer oder einer Steuereinrichtung diese dazu veranlassen, die Schritte des hier vorliegend beschriebenen computerimplementierten Verfahrens an einer Verdrillvorrichtung, insbesondere an einer hier vorliegend beschriebenen Verdrillvorrichtung, durchzuführen. Damit lassen sich vorab definierte
15 Verdrillvorgänge oder Verseilvorgänge, welche auf die herzustellenden Leitungsbündel abgestimmt sind, an der Verdrillvorrichtung durchführen.

- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft eine Steuereinrichtung zum Steuern einer Verdrillvorrichtung, insbesondere einer hier vorliegend beschriebenen Verdrillvorrichtung, mit einem hier vorliegend beschriebenen Computerprogrammprodukt, wodurch nach dem Laden des
20 Computerprogrammprodukts in die Steuereinrichtung ein Leitungsbündel mit einer vorab definierten Schlaglänge herstellbar ist.

- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die Verwendung einer Verdrillvorrichtung, insbesondere einer wie hier vorliegend beschriebenen Verdrillvorrichtung, zum Ausführen eines hier vorliegend beschriebenen Verfahrens zum Bestimmen oder Überprüfen einer Schlaglänge
25 eines Leitungsbündels.

- Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Upgrade-Kit für eine Verdrillvorrichtung. Der Upgrade-Kit umfasst zumindest eine Erkennungseinrichtung zum Aufnehmen zumindest einer für eine Schlaglänge eines Leitungsbündels indikativen Information und ein hier vorliegend beschriebenes Computerprogrammprodukt. Damit lässt sich eine bestehende Verdrillvorrichtung
30 mit einer Einrichtung zur Qualitätsbestimmung der Schlaglänge nachrüsten, an welcher sich nach der Installation des Upgrade-Kits vorab definierte Leitungsbündel mit einer hohen Qualität herstellen lassen.

Insbesondere umfasst der Upgrade-Kit zumindest eine Erkennungseinrichtung zum Aufnehmen eines Abbildes des Leitungsbündels. Damit lassen sich bildgebende Verfahren zur Bestimmung der Schlaglänge des Leitungsbündels ausführen.

5 Vorzugsweise umfasst der Upgrade-Kit eine Führungseinrichtung, welche an der der Verdrillvorrichtung montierbar ist, wobei die zumindest eine Erkennungseinrichtung an der Führungseinrichtung bewegbar angeordnet ist. Dadurch lässt sich eine für die Schlaglänge eines Leitungsbündels indikative Information an einer beliebigen Position am Leitungsbündel aufnehmen.

10 Bevorzugt umfasst der Upgrade-Kit eine Steuereinrichtung zum Steuern der zumindest einen Erkennungseinrichtung, wodurch die zumindest eine Erkennungseinrichtung unabhängig von der Verdrillvorrichtung steuerbar ist. Damit lässt sich der Upgrade-Kit an einer bestehenden Verdrillvorrichtung mit einer einfachen, eigenen Steuereinrichtung verwenden. Typischerweise wird die Steuereinrichtung der zumindest einen Erkennungseinrichtung mit der Steuereinrichtung der bestehenden Verdrillvorrichtung verbunden, sodass beide Einrichtungen
15 gemeinsam steuerbar sind.

Alternativ oder ergänzend umfasst der Upgrade-Kit eine Steuereinrichtung zum Steuern einer hier vorliegend beschriebenen Verdrillvorrichtung.

Vorteilhaft umfasst der Upgrade-Kit die hier vorliegend beschriebene Auswerteeinrichtung und die hier vorliegend beschriebene Datenbank, wodurch sich eine automatische
20 Qualitätsbestimmung der Schlaglänge eines Leitungsbündels durchführen lässt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben sind.

25 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:

30 Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemässen Verdrillvorrichtung mit einer Erkennungseinrichtung in einer Seitendarstellung,

Fig. 2 das Detail X aus der Fig. 1 in einer schematischen Darstellung,

- Fig. 3 eine schematische Detailansicht der Verdrillvorrichtung entlang der Linie A-A aus Fig. 1,
- Fig. 4 eine vereinfachte Darstellung der Verdrillvorrichtung gemäss Fig. 1 mit der Erkennungseinrichtung in einer Ruheposition,
- 5 Fig. 5 die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung in einer ersten Position,
- Fig. 6 die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung in einer zweiten Position,
- Fig. 7 die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung in einer weiteren Position, und
- 10 Fig. 8 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Upgrade-Kits.

Figur 1 zeigt eine Verdrillvorrichtung 10 zum Verdrillen oder zum Verseilen von elektrischen oder optischen Leitungen 12 zu einem Leitungs­bündel 13 mit einer Erkennungseinrichtung 30 in einer Seitendarstellung. Die Verdrillvorrichtung 10 umfasst einen ersten Verdrillkopf 15 und eine Einspanneinrichtung 25, welche voneinander beabstandet sind und gegenüberliegend angeordnet sind. Die zu verdrillenden oder zu verseilenden Leitungen 12 sind jeweils mit einem ihrer Enden im ersten Verdrillkopf 15 und in der Einspanneinrichtung 25 eingespannt. Der erste Verdrillkopf 15 weist einen Verdrillrotor 16 auf und die Einspanneinrichtung 25 weist eine Greifereinrichtung 26 auf, in denen die jeweiligen Enden der Leitungen 12 eingespannt sind. Der erste Verdrillkopf 15 weist eine Antriebseinrichtung 17, hier vorliegend einen Servomotor, zum rotativen Antreiben des Verdrillrotors 16 auf. Die Verdrillvorrichtung 10 weist eine Längenkomensationseinrichtung 18 zur Kompensation der Längenänderung der Leitungen 12 im Verdrillvorgang oder Verseilvorgang auf. Die Längenkomensationseinrichtung 18 weist einen verfahrbaren Längenausgleichsschlitten 19 auf, an welchen der erste Verdrillkopf 15 angeordnet ist. Die Verdrillvorrichtung 10 weist eine Führungseinrichtung 20 mit einer Führungsschiene 21 auf, an welcher eine Erkennungseinrichtung 30 und eine Auflageeinrichtung 40 angeordnet sind. Die Erkennungseinrichtung 30 weist eine Antriebseinrichtung 31, hier vorliegend einen Servomotor, auf, welche eine Bewegung der Erkennungseinrichtung 30 entlang der Führungsschiene 21 bzw. entlang der Längsachse 14 des Leitungs­bündels 13 bewirkt. Die Auflageeinrichtung 40 ist ebenfalls an der Erkennungseinrichtung 30 angeordnet, sodass diese gemeinsam bewegbar sind. Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 sind in jeder beliebigen Position zwischen dem ersten Verdrillkopf 15 und der Einspanneinrichtung 35 positionierbar. Die Führungseinrichtung 20 erstreckt sich weiter in einem Bereich 22 ausserhalb des ersten Verdrillkopfs 15 und der Einspanneinrichtung 25, sodass die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 in diesem Bereich 22 positionierbar sind.

Die Verdrillvorrichtung 10 weist eine Steuereinrichtung 50 zum Steuern und Regeln der Bewegungen des Verdrillrotors 16 am ersten Verdrillkopf 15 auf. Dabei ist die Steuereinrichtung 50 mit der Antriebseinrichtung 17 des Verdrillrotors 16 verbunden. Die Steuereinrichtung 50 ist weiter mit der Antriebseinrichtung 31 der Erkennungseinrichtung 30 zum Steuern und Regeln
5 der Bewegungen der Erkennungseinrichtung 30 elektrisch verbunden. Die Verdrillvorrichtung 10 weist eine Auswertereinrichtung 55 auf, welche mit der Erkennungseinrichtung 30 sowie mit der Steuereinrichtung 50 zum Austausch von Daten elektrisch verbunden ist. Weiters ist die Auswertereinrichtung 55 mit einer Datenbank 58 zum Austausch von Daten elektrisch verbunden.

In einer nicht gezeigten alternativen Ausführungsform der Verdrillvorrichtung 10 sind die Daten
10 zwischen der Steuereinrichtung 50, der Auswertereinrichtung 55, der Erkennungseinrichtung 30 und der Datenbank 58 drahtlos austauschbar, wobei jeder dieser Einrichtungen eine Sendeeinheit und eine Empfangseinheit für den Datenaustausch aufweisen.

In einer nicht gezeigten alternativen oder ergänzenden Ausführungsform weist die Auflageeinrichtung 40 eine separate Antriebseinrichtung auf, sodass die Auflageeinrichtung 40
15 und die Erkennungseinrichtung 30 unabhängig voneinander bewegbar an der Führungseinrichtung 20 angeordnet sind.

In einer nicht gezeigten alternativen oder ergänzenden Ausführungsform der Verdrillvorrichtung 10 wird die Einspanneinrichtung 25 durch einen weiteren Verdrillkopf mit einem Verdrillrotor und einer Antriebseinrichtung ersetzt. Damit werden die beiden Verdrillrotoren beispielsweise in
20 gegenläufigen Drehsinn antreibbar.

Figur 2 zeigt das Detail X aus der Fig. 1 in einer schematischen Darstellung. Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 sind an der Führungsschiene 21 angeordnet und sind unabhängig vom ersten Verdrillkopf 15 und der Einspanneinrichtung 35 in Richtung der Längsachse 14 des Leitungsbündels 13 bewegbar (siehe Fig. 1). Das
25 Leitungsbündel 13 besteht aus zwei Leitungen 12, welche umeinandergedreht bzw. umeinandergelegt sind. Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 sind mit der Steuereinrichtung 50 der Verdrillvorrichtung 10 elektrisch verbunden. Die Steuereinrichtung 50 sendet Bewegungsbefehle an die Antriebseinrichtung 31 der Erkennungseinrichtung 30 und der Auflageeinrichtung 40 und steuert bzw. regelt die Bewegungen der Erkennungseinrichtung
30 30 und der Auflageeinrichtung 40 entlang der Führungsschiene 21.

Die Erkennungseinrichtung umfasst eine Kamera 32 mit einem Objektiv 33 und nimmt Abbilder des Leitungsbündels 13 auf. Das Objektiv 33 dient dabei zum Einstellen der Brennweite der Kameralinse. An der Erkennungseinrichtung 30 ist eine Beleuchtungseinrichtung 35 angeordnet, welche das Leitungsbündel 13 zumindest im Bereich der Kamera 32 während der Aufnahme von
35 Abbildern des Leitungsbündels 13 beleuchtet. Die Kamera 32 ist mit der Auswertereinrichtung 55

zum Austauschen von Daten elektrisch verbunden. Die Auflageeinrichtung 40 weist eine Auflageeinheit 45 und eine Positioniereinheit 42 auf. Das Leitungsbündel 13 liegt auf der Auflageeinheit 45 auf. Dabei ist der Abstand Δ zwischen der Kamera 32 und dem Leitungsbündel 13 mithilfe der Positioniereinheit 42 der Auflageeinrichtung 40 einstellbar. Die
5 Auswerteeinrichtung 55 umfasst eine Recheneinheit 56, welche die Daten von der Kamera 32, beispielsweise die Abbilder des Leitungsbündels 13 oder den Abstand Δ zum Leitungsbündel 13, entgegennimmt und diese weiterverarbeitet. Die Recheneinheit 56 umfasst einen Computer und eine Speichereinheit (nicht gezeigt). Die Auswerteeinrichtung 50 ist mit einer Datenbank 58 zum Austausch von Referenzdaten bzw. Referenzwerten elektrisch verbunden. Die Datenbank 58
10 weist eine Daten-Bibliothek mit gespeicherten Daten für unterschiedliche verdrehte oder verseilte Leitungsbündel 13 auf, welche vorab aus Testversuchen erstellt wurden und/oder von einem Bediener in der Daten-Bibliothek hinterlegt wurden. Die Auswerteeinrichtung 55 ist mit der Steuereinrichtung 50 zum Austauschen von Daten elektrisch verbunden.

Figur 3 zeigt eine schematische Detailansicht der Verdrihvorrchtung 10 entlang der Linie A-A
15 aus der Fig. 1. Die Positioniereinheit 42 der Auflageeinheit 45 weist eine Gelenkstangen-Anordnung 43 mit einem Kolbenantrieb 44 zum Positionieren der Auflageeinheit 45 am Leitungsbündel 13 auf. Dabei ist die Auflageeinheit 45 mithilfe der Gelenkstangen-Anordnung 43 und mit dem Kolbenantrieb 44 an das Leitungsbündel 13 heranführbar und wegführbar bzw. zuschwenkbar und wegschwenkbar. Die Auflageeinheit 45 stützt das im Verdrihrotor 16
20 eingespannte Leitungsbündel 13 in der zugeführten bzw. zugeschwenkten Position an der zum Objektiv 33 der Kamera 32 gegenüberliegenden Seite des Leitungsbündels 13. Dabei ist der Abstand Δ zwischen der Kamera 32 der Erkennungseinrichtung 30 und dem Leitungsbündel 13 mithilfe der Auflageeinheit 45 und der Positioniereinheit 42 einstellbar. Die Auflageeinheit 45 ist in einer weggeführten Position vom Leitungsbündel 13 beabstandet, sodass dieses nicht von der
25 Auflageeinheit 45 berührt wird (nicht gezeigt).

Der Kolbenantrieb 44 ist mit der Steuereinrichtung 50 elektrisch verbunden. Die Steuereinrichtung 50 sendet Bewegungsbefehle an den Kolbenantrieb 44 der Positioniereinheit 42 und steuert bzw. regelt die Bewegungen der Auflageeinheit 45.

In den Figuren 4 bis 7 wird das Verfahren zur Bestimmung oder Überprüfen der Schlaglänge
30 eines verdrehten oder verseilten Leitungsbündels 13 an einer wie in den Figuren 1 bis 3 beschriebenen Verdrihvorrchtung 10 beschrieben, wobei dieses Verfahren zumindest teilweise in einem Computerprogrammprodukt implementiert ist, welches in der Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 55 oder in der Steuereinrichtung 50 der Verdrihvorrchtung 10 hinterlegt ist und automatisch ausgeführt wird.

Figur 4 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Verdrillvorrichtung 10 gemäss Fig. 1 mit der Erkennungseinrichtung 30 in einer Ruheposition. In einem ersten Schritt erfolgt das Bereitstellen des Leitungsbündels 13. Dafür werden vorab elektrische und/oder optische Leitungen 12 mit deren jeweiligen Enden in den Verdrillrotor 16 des ersten Verdrillkopfs 15 und in die Greifereinrichtung 26 der Einspanneinrichtung 25 eingespannt und in einem vorab ausgewählten Verdrillvorgang oder Verseilvorgang verdrillt oder verseilt. Im Idealfall weist das verdrillte oder verseilte Leitungsbündel 13 entlang deren Längsachse 14 eine definierte Schlaglänge gemäss dem ausgewählten Verdrillvorgang oder Verseilvorgang auf. Dabei wird das Leitungsbündel 13 im Verdrillvorgang bis zu einem gewissen Teil überdreht und anschliessend in gegenläufigen Drehrichtung rückgedreht, sodass ein im Wesentlichen drallfreies Leitungsbündel 13 entsteht. Dafür erfolgt der Start des Verdrillvorgangs mit niedriger Umdrehungsgeschwindigkeit am Verdrillrotor 16, solange bis die zu verdrillenden Leitungen 12 aneinander anliegen und die Zugkraft entlang der Längsachse 14 des Leitungsbündels 13 konstant bleibt. Im Anschluss wird die Umdrehungsgeschwindigkeit erhöht. Um den Verdrillvorgang abzuschliessen wird die Umdrehungsgeschwindigkeit auf Null verzögert.

Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 sind an der Führungsschiene 21 angeordnet und befinden sich in einem Bereich 22, der Ruheposition, ausserhalb der voneinander beabstandeten Einspanneinrichtung 25 und ersten Verdrillkopf 15. Die Erkennungseinrichtung 30 ist mit einer Auswerteeinrichtung 55 und der Recheneinheit 56 verbunden, welche mit der Steuereinrichtung 50 und mit der Datenbank 58 verbunden ist.

Figur 5 zeigt die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung 30 in einer ersten Position, wobei dabei das Positionieren der Erkennungseinrichtung 30 zu dem Leitungsbündel 13 erfolgt. Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 werden entlang der Führungsschiene 21 bzw. entlang der Längsachse 14 des Leitungsbündels 13 zwischen der Einspanneinrichtung 25 und dem Verdrillkopf 15 bewegt. Dabei wird die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 an eine beliebige erste Position, hier vorliegend in der Nähe der Einspanneinrichtung 25, relativ zum Leitungsbündel 13 bewegt. Die Auflageeinheit 45 der Auflageeinrichtung 40 wird mithilfe der Positioniereinheit 42 an die beliebige erste Position des Leitungsbündels 13 herangeführt bzw. geschwenkt, sodass die Auflageeinheit 45 das Leitungsbündel 13 abstützt bzw. das Leitungsbündel 13 in einen bestimmten Abstand Δ zur Kamera 32 auf der Auflageeinheit 45 aufliegt.

Nachfolgend wird, falls nicht vorab schon erfolgt, die Kameralinse im Objektiv 33 der Kamera 32 auf das Leitungsbündel 13 fokussiert, sodass der Brennpunkt der Kameralinse am Leitungsbündel 13 gelegt werden kann.

In einem weiteren Schritt erfolgt das Aufnehmen eines Abbildes oder einer Serie von Abbildern des Leitungsbündels 13 an dieser ersten Position am Leitungsbündel 13 mithilfe der Kamera 32 der Erkennungseinrichtung 30. Das aufgenommene Abbild wird anschliessend an die Auswerteeinrichtung 55 zum Bestimmen der Schlaglänge des Leitungsbündels 13 übermittelt.

5 Dabei kann wahlweise die Beleuchtungseinrichtung 35 (siehe Figur 2) eingeschaltet sein.

Die Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 55 empfängt die aufgenommenen Abbilder und vergleicht die Abbilder mit Referenzdaten bzw. mit einem Referenzabbild, welches vorab von der Datenbank 58 an die Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 40 übermittelt wurde. Beispielsweise werden die von der Kamera 32 erkannten Abbilder an der ersten Position
10 hinsichtlich deren Leitungsbündeltäler und Leitungsbündelberge in der Recheneinheit 56 gezählt/ausgewertet und abgespeichert. Gegebenenfalls erstellt die Recheneinheit 56 einen Mittelwert aus den gezählten Leitungsbündeltälern und Leitungsbündelbergen der aufgenommenen Abbilder und/oder aus deren jeweiligen Abständen zueinander und vergleicht diese mit einem Referenzwert aus der Datenbank 58. Anhand des Vergleichs wird dem
15 Leitungsbündel 13 eine Schlaglänge und/oder eine Abweichung zur geforderten Schlaglänge zugeordnet. Die Schlaglänge und/oder die Abweichung der Schlaglänge dieses Leitungsbündels 13 wird anschliessend in der Datenbank 58 abgespeichert. Bei übereinstimmender Schlaglänge wird diese evtl. als weitere statistische Grundlage für die Referenzdaten abgespeichert. Bei abweichender Schlaglänge wird diese beispielsweise zur statistischen Auswertung von Fehlern
20 oder Abweichungen in der Produktion verwendet. Dieser Schritt kann für weitere Abschnitte bzw. Positionen am Leitungsbündel 13 wiederholt werden. Dies wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 6 und 7 beschrieben.

Fig. 6 zeigt die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung 30 in einer zweiten Position. Die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 werden entlang der
25 Führungsschiene 21 an eine zweite Position zwischen der Einspanneinrichtung 25 und dem Verdrillkopf 15, hier vorliegend in der Nähe des ersten Verdrillkopfs 15, relativ zur Längsachse 14 des Leitungsbündels 13 bewegt. Die Auflageeinheit 45 sowie das Objektiv 33 der Kamera 32 werden mithilfe der Steuereinrichtung 50 wie hier vorliegend beschrieben in einem definierten Abstand Δ zum Leitungsbündel 13 geführt. Anschliessend erfolgt mithilfe der Kamera 32 das
30 Aufnehmen eines Abbildes bzw. einer Serie von Abbildern des Leitungsbündels 13 an dieser zweiten Position. Das Abbild bzw. die Serie von Abbildern bis zu der zweiten Position am Leitungsbündel 13 wird an die Auswerteeinrichtung 55 zum Bestimmen der Schlaglänge des Leitungsbündels 13, wie unter Figur 5 beschrieben, übermittelt. Die Auswerteeinrichtung 55 weist eine Recheneinheit 56 auf und ist mit der Datenbank 58 verbunden.

35 Figur 7 zeigt die Darstellung gemäss Fig. 4 mit der Erkennungseinrichtung 30 in einer weiteren Position. Dabei werden die Erkennungseinrichtung 30 und die Auflageeinrichtung 40 an eine

weitere Position relativ zur Längsachse 14 des Leitungsbündels 13 bewegt, wobei diese weitere Position am Leitungsbündel 13 zwischen der ersten und der zweiten Position am Leitungsbündel 13 liegt, hier gezeigt in der Mitte zwischen der Einspanneinrichtung 25 und dem ersten Verdrillkopf 15. Alternativ kann die weitere Position am Leitungsbündel auch jeweils über eine Wegstrecke von einem Meter (1 m) von der zuvor genannten Position am Leitungsbündel beabstandet sein (nicht gezeigt). Anschliessend wird die Auflageeinheit 45 sowie die Kamera 32 wie hier vorliegend beschrieben in einem definierten Abstand Δ zum Leitungsbündel 13 geführt. Danach erfolgt mithilfe der Kamera 32 das Aufnehmen eines Abbildes bzw. einer Serie von Abbildern des Leitungsbündels 13 an dieser weiteren Position bzw. das kontinuierliche Aufnehmen eines Abbildes bzw. einer Serie von Abbildern des Leitungsbündels 13 über die Wegstrecke hin zu dieser weiteren Position. Das Abbild bzw. die Serie von Abbildern der weiteren Position bzw. über die Wegstrecke hin zu dieser weiteren Position am Leitungsbündel 13 wird an die Auswerteeinrichtung 55 zum Bestimmen der Schlaglänge des Leitungsbündels 13, wie unter Figur 5 beschrieben, übermittelt.

Zusätzlich kann die Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 55 die aufgenommenen Abbilder an der ersten, zweiten und der weiteren Position mit Referenzdaten bzw. mit einem Referenzabbild vergleichen. Dieses wird vorab von der Datenbank 58 an die Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 40 übermittelt. Gegebenenfalls erstellt die Recheneinheit 56 einen Mittelwert aus den aufgenommenen Abbildern der ersten, zweiten und weiteren Position und vergleicht diese mit einem Referenzabbild aus der Datenbank 58. In der Recheneinheit 56 erfolgt ein Vergleich der Abbilder mit Referenzdaten, wie Referenzabbildern. Alternativ können auch aus den Abbildern extrahierte Daten wie Anzahl oder Abstand von Leitungsbündeltälern mit entsprechenden Referenzwerten verglichen werden. Damit kann dem gesamten Leitungsbündel 13 eine gemittelte Schlaglänge zugeordnet werden. Die Schlaglänge dieses Leitungsbündels 13 wird anschliessend in der Datenbank 58 abgespeichert. Auch die Masstoleranzen der ermittelten Schlaglängen können berechnet und gespeichert werden.

Sofern beim hier vorliegend beschriebenen Vergleich keine Abweichung der Schlaglänge des Leitungsbündels 13 ausserhalb einer vorab definierten Toleranz festgestellt wird, wird dem Leitungsbündel eine Schlaglänge zugeordnet.

Sofern beim hier vorliegend beschriebenen Vergleich eine Abweichung der Schlaglänge des Leitungsbündels 13 ausserhalb einer vorab definierten Toleranz festgestellt wird, erstellt die Recheneinheit 56 der Auswerteeinrichtung 55 Korrekturdaten bzw. einen Korrekturwert und speichert diese in der Auswerteeinrichtung 55 ab.

Anschliessend wird die Auflageeinheit 45 mithilfe der der Gelenkstangen-Anordnung 43 und mit der Kolbenantrieb 44 vom Leitungsbündel 13 weggeführt bzw. weggeschwenkt und das

Leitungsbündel 13 aus der Verdrillvorrichtung 10 freigegeben. Dabei ist es jedoch möglich, dass bei abweichender Schlaglänge, d. h. bei ungenügender Qualitätsanforderung der Bediener der Verdrillvorrichtung das Freigeben des Leitungsbündels quittieren muss oder manuell freigeben muss, so, dass dieses separat aus der Produktionskette entfernt wird.

- 5 Die Korrekturdaten bzw. der Korrekturwert werden in der Recheneinheit 56 bei der Erzeugung neuer Datensätze bzw. Bewegungsbefehle berücksichtigt. Die dadurch erzeugten Datensätze bzw. Bewegungsbefehle werden an die Steuereinrichtung 50 zum Steuern der Bewegungen der Verdrillvorrichtung 10 und/oder an die Steuereinrichtung 50 zum Steuern der Bewegungen der Erkennungseinrichtung 30 übermittelt. Damit wird der Verdrillvorgang oder der Verseilvorgang
- 10 der Leitungen 12 und/oder die bestimmte Schlaglänge des Leitungsbündel 13 korrigiert. Beispielsweise wird die Rotationsgeschwindigkeit des Verdrillrotors 16 ersten Verdrillkopfs 15 geändert, sodass bei einem weiteren Verdrillvorgang oder Verseilvorgang die gewünschte, gleichmäßige Schlaglänge am Leitungsbündel 13 mit der gewünschten Toleranz entsteht.

- Figur 8 zeigt einen Upgrade-Kit 60 für eine beliebige Verdrillvorrichtung. Der Upgrade-Kit weist
- 15 die Erkennungseinrichtung 30 zum Aufnehmen eines Abbildes des Leitungsbündels und ein Computerprogrammprodukt auf. Der Upgrade-Kit 60 weist weiter die Auflageeinrichtung 40 auf. Der Upgrade-Kit 60 weist die Führungseinrichtung 20 auf, welche an einer Verdrillvorrichtung montierbar ist, wobei die Erkennungseinrichtung 30 sowie die Auflageeinrichtung 40 an der Führungseinrichtung 20 bewegbar angeordnet sind. Weiter weist der Upgrade-Kit 60 die
- 20 Auswerteeinrichtung 55 mit der Recheneinheit 56 und der Datenbank 58 auf, sowie die Steuereinrichtung 50 zum Steuern bzw. Regeln der Erkennungseinrichtung 30 und der Auflageeinrichtung 40 auf. Dabei ist die Steuereinrichtung 50 mit der Steuereinrichtung einer Verdrillvorrichtung zum Austausch von Bewegungsbefehlen bzw. Datensätzen elektrisch verbunden. Die Bauteile des Upgrade-Kits und deren Funktion wurden bereits in den Figuren 1
- 25 bis 7 beschrieben.

Bezugszeichenliste

10	Verdrillvorrichtung
12	Leitungen
13	Leitungsbündel
14	Längsachse von 13
15	erster Verdrillkopf
16	Verdrillrotor von 15
17	Antriebseinrichtung von 16
18	Längenkompensationseinrichtung
19	Längenausgleichschlitten
20	Führungseinrichtung
21	Führungsschiene
22	Bereich
25	Einspanneinrichtung
26	Greifereinrichtung
30	Erkennungseinrichtung
31	Antriebseinrichtung von 30
32	Kamera
33	Objektiv von 32
35	Beleuchtungseinrichtung
40	Auflageeinrichtung
42	Positioniereinheit
43	Gelenkstangen-Anordnung
44	Kolbenantrieb
45	Auflageeinheit
50	Steuereinrichtung
55	Auswerteeinrichtung
56	Recheneinheit
58	Datenbank
60	Upgrade-Kit