



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 174 886 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**23.01.2002 Patentblatt 2002/04**

(51) Int Cl.7: **H01B 11/02**

(21) Anmeldenummer: **01114420.1**

(22) Anmeldetag: **15.06.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

- **Jörg Bör**  
**DE-52078 Aachen (DE)**
- **Manfred Jansen**  
**DE-52078 Aachen (DE)**
- **Thomas Jungk**  
**Stolberg (DE)**

(30) Priorität: **15.06.2000 DE 10028840**  
**14.09.2000 DE 10045405**

(71) Anmelder: **Kerpenwerk GmbH & Co**  
**52224 Stolberg (DE)**

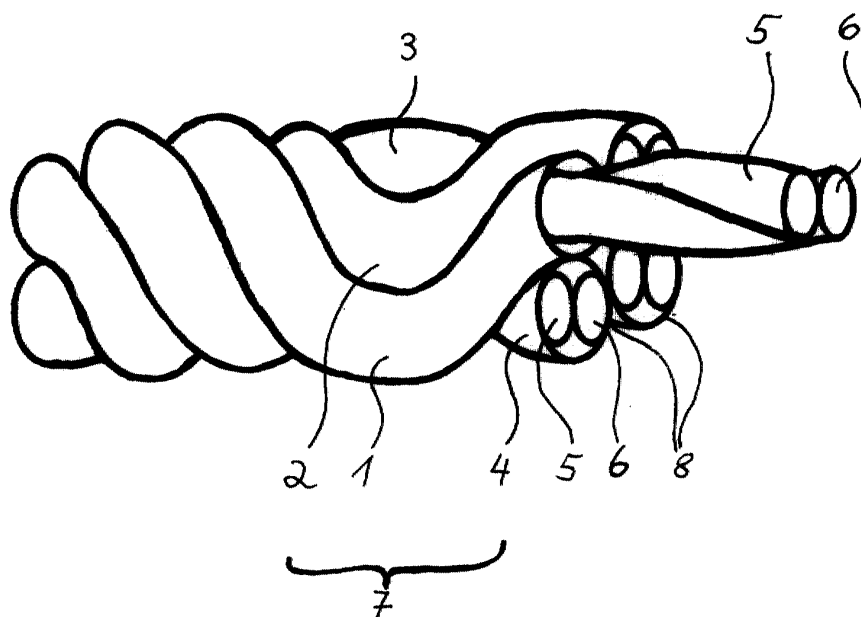
(74) Vertreter: **Castell, Klaus, Dr.-Ing.**  
**Patentanwaltskanzlei Liermann - Castell**  
**Gutenbergstrasse 12**  
**52349 Düren (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Werner Mertens**  
**DE-52393Hürtgenwald (DE)**

(54) **Datenkabel sowie Verfahren zum Herstellen eines Datenkabels**

(57) Ein Datenkabel hoher Qualität lässt sich durch eine SZ-Verseilung der Einzelelemente, welche zumin-

dest jeweils zwei miteinander verseilte Adern umfassen, erzeugen.



*Fig. 1*

**EP 1 174 886 A2**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Datenkabel sowie ein Verfahren zum Herstellen eines Datenkabels.

**[0002]** Derartige Datenkabel sind an sich bekannt und bestehen aus mindestens zwei Einzelelementen, die untereinander verseilt sind und die jeweils mindestens zwei untereinander verdrehte Adern aufweisen. Durch jedes dieser beiden Einzelelemente können im Bedarfsfalle Daten über das Datenkabel übertragen werden. Hierzu umfasst jede der beiden Adern, die zu jeweils einem Einzelelement untereinander verdreht sind, einen elektrischen Leiter sowie eine diesen von dem anderen elektrischen Leiter elektrische trennende Isolation auf.

**[0003]** In vorliegendem Zusammenhang wird unter dem Begriff "Datenkabel" ein Kabel verstanden, das bei Frequenzen von über 1 MHz bzw. bei über 5 MHz, vorzugsweise bei über 10 MHz, Daten übertragen kann. Typische Betriebsfrequenzen belaufen sich bei derartigen Datenkabeln momentan zwischen 100 MHz und 800 MHz.

**[0004]** Um eine möglichst hohe Zuverlässigkeit beim Betrieb eines derartigen Datenkabels zu erreichen, werden vielfältigste Maßnahmen getroffen, damit eine sich entlang der Adern ausbreitende elektromagnetische Welle möglichst ungestört laufen kann. Diese können beispielsweise Führungselemente, wie beispielsweise zentrale Kreuzelemente sein, die Ausnehmungen aufweisen, in welche die Einzelelemente eingelegt und so genauestens positioniert werden können.

**[0005]** Es ist Aufgabe vorliegender Erfindung, ein Datenkabel bzw. ein Verfahren zum Herstellen eines Datenkabels bereitzustellen, bei welchem auf möglichst kostengünstige Weise eine hohe Übertragungsqualität gewährleistet ist.

**[0006]** Als Lösung schlägt die Erfindung einerseits ein Datenkabel bestehend aus mindestens zwei Einzelelementen, die untereinander verseilt sind und jeweils mindestens zwei untereinander verdrehte Adern aufweisen, vor, bei welchem die Einzelelemente untereinander sz-verseilt sind.

**[0007]** Darüber hinaus schlägt die Erfindung andererseits ein Verfahren zum Herstellen eines Datenkabels vor, bei welchem zunächst Adern zu wenigstens zwei Einzelelementen verdreht und anschließend die Einzelelemente sz-verseilt werden.

**[0008]** In vorliegendem Zusammenhang beschreibt der Begriff "sz-verseilt" bzw. "sz-verdreht" jede Verseilung bzw. Verdrehung von mindestens zwei Adern, Kabeln oder anderen sich längserstreckenden Anordnungen, bei welcher sich die Schlagrichtung entlang des Kabels ändert. Ein derartig sz-verseiltes Kabel weist somit eine Verseilung mit regelmäßig bzw. unregelmäßig aufeinanderfolgenden Richtungswechselstellen auf.

**[0009]** Ein erfindungsgemäßes bzw. ein erfindungsgemäß hergestelltes Datenkabel weist Übertragungseigenschaften auf, die deutlich besser sind als die in nationalen und internationalen Normen festgelegten Wer-

te. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die SZ-Verseilung sehr schonend für die Einzelelemente ist, da sich aufbauende Torsionsspannungen nach einem Schlagrichtungswechsel wieder abbauen können, und somit durch die Verseilung der mindestens zwei Einzelelemente untereinander deren Datenübertragungseigenschaften sichergestellt werden.

**[0010]** Die SZ-Verseilung ist beispielsweise aus dem Artikel Dieter Vogelsberg "Neue Entwicklungen bei der SZ-Verseilung" in "Draht und Kabel Panorama, März/April 1985, S. 26 bis 33" für Nachrichtenkabel und Fernsprechkabel sowie für Signalkabel und Steuerkabel und -leitungen bekannt. Dass jedoch überraschender Weise auch für gattungsgemäße Datenkabel ausreichende Datenübertragungseigenschaften sichergestellt werden können, ist durch den Stand der Technik in keiner Weise nahegelegt. So kann insbesondere in überraschender Weise trotz SZ-Verseilung ein ausreichend in sich stabiler Kabelverbund gewährleistet werden, so dass Reflexionen oder ähnliche, die Kabeleigenschaften beeinträchtigende Kabelfehlstellen nur in vernachlässigbarem Maße auftreten. Ebenso hat sich überraschender Weise herausgestellt, dass die Richtungswechselstellen bei den gattungsgemäßen Datenkabeln nicht bzw. nur in vernachlässigbarem Maße zu Reflexionen oder ähnlichen, die Kabeleigenschaften beeinträchtigenden Effekten führen.

**[0011]** Auch die Adern wenigstens eines Einzelelementes können untereinander sz-verdreht sein. Ein auf diese Weise hergestelltes Einzelelement ist verhältnismäßig kostengünstig, wie dieses an sich die SZ-Verseiltechnologie ist.

**[0012]** Vorzugsweise sind die Verdrehlängen der Adern in den einzelnen Einzelelementen und die Schlaglängen der Einzelelemente untereinander aufeinander abgestimmt, um ein Übersprechen nach Möglichkeit zu vermeiden. Ist auch wenigstens ein Einzelelement sz-verseilt, so sind vorzugsweise auch die Richtungswechselstellen des bzw. der Einzelelemente sowie der Verseilung des Datenkabels aufeinander abgestimmt.

**[0013]** Vorzugsweise beträgt die Richtungswechselstelle maximal das 3-fache, insbesondere maximal das 2-fache der Schlaglänge. Zur Schlaglängenmessung wird beispielsweise über 10 oder 20 Schläge die Gesamtlänge gemessen und dieser Wert durch die Zahl der Schläge geteilt. Auf diese Weise baut das Kabel ausreichend stabil und der Einfluss der Richtungswechselstelle auf das Übertragungsverhalten kann minimiert werden. Eine derartige Anordnung erhöht somit die Qualität des erfindungsgemäßen Datenkabels noch weiter.

**[0014]** Die Übertragungseigenschaften lassen sich darüber hinaus verbessern, wenn die Gleichmäßigkeit der Paarverdrehung  $\pm 0,5$  mm, vorzugsweise  $\pm 0,2$  mm, nicht überschreitet. Zur Bestimmung der Gleichmäßigkeit wird hierbei an 5 mindestens 100 m voneinander entfernten Stellen eines 1000 m langen Kabels die Verdrehlänge gemessen und die Abweichung bestimmt. Zur

Bestimmung der Verdrilllängen wird die Länge von mindestens 10 Verdrillungen gemessen und durch die Zahl der Verdrillungen dividiert, um eine mittlere Verdrilllänge zu ermitteln.

**[0015]** Liegt die Zentrität der Adergeometrie über 90 %, vorzugsweise über 95 %, so führt dieses kumulativ bzw. alternativ zu der Länge der Richtungswechselstelle bzw. der Gleichmäßigkeit der Paarverdrillung zu einer Verbesserung der Übertragungseigenschaften des Datenkabels. Hierbei wird die Zentrität als die Differenz zwischen maximaler und minimaler Wandstärke der Adern im Verhältnis zum Gesamtdurchmesser bezogen auf den Gesamtdurchmesser angegeben, wobei auch hier 5 Proben auf 1000 Kabelmetern überprüft werden.

**[0016]** Vorzugsweise beträgt der Unterschied zwischen der längsten und der kürzesten Verdrilllänge zweier Einzelelemente maximal 4 mm, vorzugsweise maximal 3 mm, multipliziert mit der Zahl der Einzelelemente minus eins (n-1). Auch diese Maßnahme führt alternativ bzw. kumulativ zu den vorgenannten Merkmalen dazu, dass die untereinander sz-verseilten Einzelelemente eine Welle bzw. die Daten außerordentlich präzise und mit hoher Frequenz zuverlässig übertragen können.

**[0017]** Darüber hinaus kann die Stabilität des Verseilverbundes je nach Anforderungen dadurch erhöht werden, dass das Datenkabel mitverseilte Stützelemente aufweist. Durch derartige Stützelemente kann insbesondere auch unabhängig von den Schlaglängen der Einzelelemente eine genaue Positionierung der Einzelelemente untereinander, insbesondere auch im Bereich der Richtungswechselstellen, gewährleistet werden.

**[0018]** Um die Gefahr eines Übersprechens weiter zu reduzieren, kann wenigstens eines der Einzelelemente einzeln abgeschirmt sein. Als Abschirmung kann jede geeignete Abschirmung zur Anwendung kommen. Insbesondere bewährt sich hierbei ein metallischer Schirm, der beispielsweise eine mitlaufende Folie umfassen kann. Diese Folie kann einerseits bandiert, beispielsweise mit einem Steigungswinkel zwischen 10° und 15° oder andererseits längslaufend, das heißt mit einer parallelen Überlappungskante, vorgesehen sein. Diese Anordnungen ermöglichen insbesondere auch bei der SZ-Verseilung, welche naturgemäß Richtungswechsel umfasst, die einer zuverlässige Abschirmung insbesondere durch eine Folie entgegenstehen, dass zuverlässig eine umschließende Abschirmung gewährleistet werden kann. Eine derartige zuverlässige Abschirmung kann insbesondere im Zusammenspiel mit den vorgenannten SZ-Verseiltechniken gewährleistet werden, da diese in ihren Charakteristika derart gewählt sind, dass eine Abschirmung zuverlässig mitverseilt werden kann.

**[0019]** Vorzugsweise ist in beiden Fällen der Überlappungsgrad größer 5 % der Gesamtfolienbreite. Für eine ausreichende Betriebssicherheit kann der Überlappungsgrad bis über 20 %, insbesondere auch über 30 %, gewählt werden. Durch einen derartigen Überlappungsgrad ist gewährleistet, dass die Folie das jeweilige

Einzelelement auch nach dem Verseilvorgang zuverlässig umschließt, so dass über die gesamte Kabellänge eine ausreichende Abschirmung gewährleistet ist.

**[0020]** Die Herstellung des Datenkabels vereinfacht sich, wenn sowohl wenigstens ein Einzelelement als auch das Datenkabel selbst in einem Arbeitsgang verseilt werden. Auf diese Weise können Transportvorgänge, bei welchen ein verseiltes Einzelelement aufgewickelt und an einer nachfolgenden Station zur Herstellung des Datenkabels wieder abgewickelt werden, vermieden werden. Darüber hinaus lässt sich die Gefahr einer Überbeanspruchung des Einzelelementes, bevor dieses zu einem festen Verseilverbund in einem Datenkabel zusammengefügt und gesichert wird, vermeiden, so dass sich durch diese Verfahrensführung auch die Qualität des Datenkabels verbessert.

**[0021]** Wie bereits vorstehend beschrieben, zeichnet sich das erfindungsgemäße Datenkabel bzw. der erfindungsgemäße Herstellungsverfahren dadurch aus, dass es besonders schonend die Einzelelemente untereinander verseilt. Dementsprechend schlägt die Erfindung vor, dass auch das SZ-Verseilverfahren an sich, obwohl es schon verhältnismäßig schonend ist, von der Verfahrenssseite derart durchgeführt wird, dass die Einzelelemente während des Verseilvorganges möglichst geschont werden, wenn die Einzelelemente durch wenigstens zwei phasenversetzt angetriebene Verseilführungen, von denen gegebenenfalls eine ständig stillgehalten wird, miteinander verseilt werden, wie dieses bei sämtlichen Verseileinrichtungen und insbesondere auch bei SZ-Verseileinrichtungen der Fall ist.

**[0022]** Dementsprechend können, um Überbeanspruchungen der Einzelelemente zu vermeiden, die Verseilführungen der Verseilmaschine wenigstens ein Führungselement mit einer Führungsfläche, die senkrecht zur Laufrichtung des jeweiligen Einzelelementes biegeelastisch ausgebildet ist, umfassen. Kumulativ bzw. alternativ hierzu kann die Führungslänge, entlang welcher die Einzelelemente wenigstens an einer Verseilführung geführt werden, mindestens 5 % des Abstandes der Verseilführungen untereinander betragen, um punktuell auftretende Belastungen der Einzelelemente zu vermeiden. Insbesondere können die Einzelelemente durchgehend zwischen den Verseilführungen geführt werden. Letzteres kann z. B. durch elastische Rohre verschiedener Materialien, wie z. B. Kunststoff oder Metall, bzw. Federrohre oder Kunststoffrohre, die zwischen den Verseilführungen angeordnet sind, bewerkstelligt werden, wobei hierdurch quasi eine durchgehende Verseilführung, welche besonders schonend für die Einzelelemente ist, bereitgestellt wird.

**[0023]** Eine zu hohe Belastung der Einzelelemente kann darüber hinaus dadurch vermieden werden, dass auf zwei Schlägen in eine Richtung der Verdrillwinkel maximal 15°, vorzugsweise 10° bzw. 5°, beträgt.

**[0024]** Zur Stabilisierung des Verseilverbandes kann eine Stabilisierungswendel oder Kreuzwendel vorgesehen sein. Die Wendelschlaglänge beträgt hierbei vor-

zugsweise maximal 50 %, insbesondere 20 %, der Verseilschlaglänge.

**[0025]** Weitere Vorteile, Ziele und Eigenschaften der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung anliegender Zeichnung erläutert. In der Zeichnung zeigen

Figur 1 schematisch ein erfindungsgemäßes Datenkabel und

Figur 2 schematisch eine Verseilanlage zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Datenkabels.

**[0026]** Das in der Figur dargestellte Datenkabel umfasst vier Einzelelemente 1 bis 4, die aus jeweils zwei Adern 5, 6 (exemplarisch beziffert) gebildet sind. Jede der Einzeladern besteht aus einem Leiter und einer Isolation, die nicht einzeln dargestellt und in üblicher Weise ausgebildet sind.

**[0027]** Die Einzelelemente 1 bis 4 sind untereinander verseilt, wobei sich an einer Richtungswechselstelle 7 die Schlagrichtung ändert.

**[0028]** Die verseilten Adern 5, 6 eines jeden Einzelelementes 1 bis 4 sind jeweils von einer Abschirmfolie 8 umgeben, die in vorliegendem Ausführungsbeispiel bandiert mit einem Überlappungsgrad von mindestens 30 % ausgebildet ist. Darüber hinaus sind bei diesem Ausführungsbeispiel auch die Adern 5, 6 untereinander sz-verseilt; die Verseilung der Adern weist somit ebenfalls Richtungswechselstellen auf. Hierbei ist die Schlaglänge der jeweiligen Anordnungen, also der Adern 5, 6 untereinander sowie der Einzelelemente 1 bis 4 derart aufeinander abgestimmt, dass Interferenzen nach Möglichkeit vermieden werden.

**[0029]** Das Kabel ist darüber hinaus von einer nicht dargestellten Gesamtabschirmung sowie einem sichernden Kunststoffmantel umgeben.

**[0030]** Zur Herstellung des Datenkabels nach diesem Ausführungsbeispiel kann beispielsweise eine SZ-Rohrspeicherverseilanlage, wie sie in Figur 2 dargestellt ist und welche bei diesem Ausführungsbeispiel mit einer Drehzahl von 2000 Umdrehungen pro Minute arbeitet, zur Anwendung kommen. Hierbei ist die für diese Ausführungsform zur Anwendung kommende Maschine auf maximal 20 Schläge in eine Richtung sowie eine kurze einstellbare Wendepunktlänge ausgelegt. Sie weist bei diesem Ausführungsbeispiel einen Kreuz-Abbinde-Spinner auf. Sie kann darüber hinaus mit Schlaglängen zwischen 30 mm und 300 mm operieren.

**[0031]** Die Verseileinheit weist darüber hinaus vier tangentiale zugkraftgeregelte Spulen als Abläufe auf. Diese werden über einen geschlossenen Regelkreis über eine Zugkraftmessdose angesteuert. Der Zugkraftbereich ist bei dieser beispielhaften Maschine zwischen 10 und 100 N einstellbar. Hierzu kann beispielsweise ein Potentiometer zur Anwendung kommen. Aus Zeitersparnisgründen kann bei diesen Abläufen der nächste

Spulensatz schon vorgerüstet werden, während die Verseileinheit produziert, so dass geringe Rüst- und Anfahrzeiten erzielt werden können.

**[0032]** Die Verseileinheit kann - je nach konkreter Ausführungsform - einen Scheibenabzug oder eine Raupenabzug aufweisen.

**[0033]** Ein entsprechender Aufwickler für das fertiggestellte Datenkabel umfasst über eine Tänzersteuerung zugkraftgeregelte, tangential wirksame Spulen, die je nach Kabellänge zwischen 630er Spulen und 1250er Spulen gewählt werden können. Die Zugkraft kann zwischen 40 und 400 N geregelt werden. Vorzugsweise umfasst die Maschine einen Aufwickelspeicher, um Stillstände beim Spulenwechsel zu vermeiden.

**[0034]** Die Verseileinheit ist bei vorliegendem Ausführungsbeispiel eine Rohrspeicher-SZ-Verseilanlage. Diese gewährleisten eine besonders schonende Behandlung der Einzelelemente während des Verseilvorgangs.

**[0035]** Eine derartige Maschine kann derart betrieben werden, dass das vorbeschriebene Datenkabel mit einer Zentrität größer 95 % hinsichtlich der Adergeometrie, einer Gleichmäßigkeit in der Paarverdrehung von  $\pm 0,2$  mm sowie einen Paarverdrehabstand unter 3 mm erzeugt werden kann.

**[0036]** Um einen stabilen Verseilverband zu erreichen, wird der Verdrehwinkel über  $4^\circ$  gewählt. Bei Maschinenversuchen haben sich 7 bis  $15^\circ$  auf zwei Schlägen als vorteilhaft erwiesen.

**[0037]** Zur Anwendung kommen kann beispielsweise eine Rohrspeicherverseilanlage, wie sie in Figur 2 dargestellt ist. Bei dieser Anlage werden Adern 5, 6 (exemplarisch beziffert) jeweils über einzelne Rohrspeicherverseilanlagen 10 (exemplarisch beziffert) zu Einzelelementen 1 bis 4 verdreht. Diese Einzelelemente 1 bis 4 werden in einer weiteren Rohrspeicherverseilanlage 11 miteinander verseilt.

**[0038]** Bei jeder der Rohrspeicherverseilanlagen 10 bzw. 11 werden die zu verseilenden Elemente 5, 6 bzw. 1 bis 4 zunächst auf eine feststehende Führungsscheibe 12 bzw. 13 geführt. Anschließend werden diese Elemente 5, 6 bzw. 1 bis 4 einer wechselnd rechts-links-drehenden, reversierenden Legescheibe 14, 15 (Verseilscheibe) zugeführt. Vor der Legescheibe 14, 15 befindet sich eine rohrförmige Führungseinrichtung 16, 17, so dass bei dieser Ausführungsform die Führungslänge dem Abstand der Verseilführungen 12, 14 bzw. 13, 15 entspricht. Es versteht sich, dass auch kürzere Rohrteilstücke Verwendung finden können, solange die zu verseilenden Elemente ausreichend stabil und schonend geführt werden. Wie unmittelbar ersichtlich, werden durch die rohrförmigen Führungseinrichtungen senkrecht zur Laufrichtung der jeweiligen Verseilelemente 5, 6 bzw. 1 bis 4 biegeelastische Führungsflächen gebildet, welche eine schonende Führung dieser Verseilelemente 5, 6 bzw. 1 bis 4 ermöglichen.

**[0039]** Von der Legescheibe 14, 15 werden die Verseilelemente 5, 6 bzw. 1 bis 4 zu Verseilnippeln 18, 19

geführt. Im Anschluss hieran folgt bei der Rohrspeicherverseilmaschine 11, in welcher die Einzelelemente 1 bis 4 verseilt werden, eine Torsionssperre 20, die beispielsweise als Abzugsscheibe oder als Bandabzug ausgebildet ist und verhindert, dass sich der Verband durch die beim Verseilen in den Verseilelementen entstehenden Spannungen wieder aufdreht, dass heißt, dass sich die Verseillage lockern. Je nach tatsächlichem Verhalten kann eine derartige Torsionssperre auch zwischen dem Verseilnippel 18 und der Führungsscheibe 13 vorgesehen sein.

**[0040]** Es versteht sich, dass anstatt einer Rohrspeicherverseilanlage auch andere SZ-Verseilanlagen, wie beispielsweise Lochscheibenverseilanlagen, Twisterverseilanlagen oder Doppeltwisterverseilanlagen, die im SZ-Verfahren betrieben werden, zur Anwendung kommen können.

#### Patentansprüche

1. Datenkabel bestehend aus mindestens zwei Einzelelementen (1 bis 4), die untereinander verseilt sind und die jeweils mindestens zwei untereinander verdrehte Adern (5, 6) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (1 bis 4) untereinander sz-verseilt sind.
2. Datenkabel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adern (5, 6) wenigstens eines Einzelelementes (1 bis 4) untereinander sz-verdrillt sind.
3. Datenkabel nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Richtungswechselstelle (7) maximal das 2-fache der mittleren Verseilschlaglänge beträgt.
4. Datenkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleichmäßigkeit der Paarverdrehung  $\pm 0,5$  mm, vorzugsweise  $\pm 0,2$  mm, nicht überschreitet.
5. Datenkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentrität der Adergeometrie  $\geq 90$  %, vorzugsweise  $\geq 95$  %, ist.
6. Datenkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied zwischen der längsten und der kürzesten Verdrehlänge der Adern (5, 6) zweier Einzelelemente (1 bis 4) maximal 4 mm, vorzugsweise maximal 3 mm, multipliziert mit der Zahl der Einzelelemente (1 bis 4) minus eins (n-1) beträgt.
7. Datenkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Datenkabel mitverseilte Stützelemente aufweist.
8. Datenkabel nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Einzelelement (1 bis 4) einzeln abgeschirmt ist.
9. Datenkabel nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschirmung eine Folie (8) mit einem Überlappungsgrad von über 5 % der Gesamtfolienbreite umfasst.
10. Verfahren zum Herstellen eines Datenkabels, bei welchem Adern (5, 6) zunächst zu wenigstens zwei Einzelelementen (1 bis 4) verdreht und anschließend die Einzelelemente (1 bis 4) sz-verseilt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adern (5, 6) wenigstens eines Einzelelementes (1 bis 4) sz-verseilt werden.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sowohl wenigstens ein Einzelelement (1 bis 4) als auch der Verseilverbund der Einzelelemente (1 bis 4) in einem Arbeitsgang verseilt werden.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (1 bis 4) durch wenigstens zwei phasenversetzt angetriebene Verseilführungen miteinander verseilt werden, wobei die Verseilführungen wenigstens ein Führungselement mit einer Führungsfläche, die senkrecht zur Laufrichtung des jeweiligen Einzelelementes biegeelastisch ausgebildet ist, umfasst.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (1 bis 4) durch wenigstens zwei phasenversetzt angetriebene Verseilführung miteinander verseilt werden, wobei die Führungslänge, entlang welcher die Einzelelemente (1 bis 4) an den Verseilführungen geführt werden, mindestens 5 % des Abstandes der Verseilführungen untereinander beträgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einzelelemente (1 bis 4) durch wenigstens zwei phasenversetzt angetriebene Verseilführungen miteinander verseilt werden, wobei die Einzelelemente (1 bis 4) durchgehend zwischen den Verseilführungen geführt werden.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf zwei Schlägen in eine Richtung der Verdrehwinkel maximal  $15^\circ$ , vorzugsweise  $10^\circ$ , beträgt.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verseilelemente

mit einer Haltewendel oder einer Kreuzwendel stabilisiert werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wendelschlaglänge der Halte- bzw. Kreuzwendel maximal 50 % der Verseilschlaglänge beträgt.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

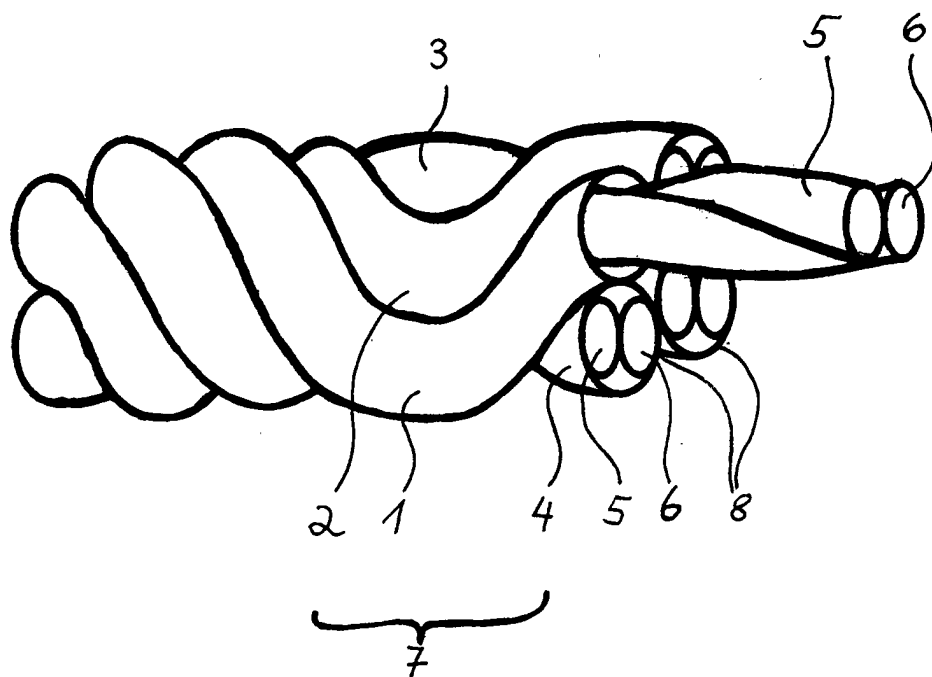


Fig. 1

Fig. 2

