

①②

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 79104839.0

⑤① Int. Cl.³: **D 07 B 1/02, H 01 B 7/18,**
D 06 M 15/18

②② Anmeldetag: 03.12.79

③① Priorität: 18.09.79 CH 8444/79

⑦① Anmelder: **Kupferdraht-Isolierwerk AG Wildegg,**
Hornimattstrasse 206, CH-5103 Wildegg (CH)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 25.03.81
Patentblatt 81/12

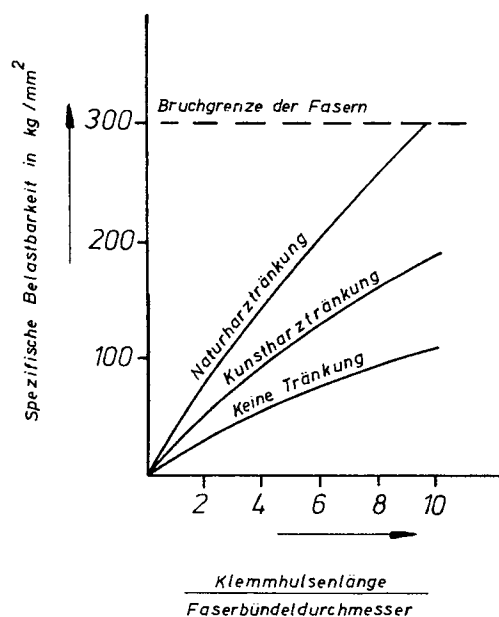
⑦② Erfinder: **Voser, Othmar, Höhenweg 18, CH-5115 Möriken**
(CH)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LU**
NL SE

⑦④ Vertreter: **Stedtnner, Werner, Dipl.-Ing., Lindenhof 5,**
CH-8604 Hegnau (CH)

⑤④ **Element zur Übertragung von Zugkräften und Verwendung desselben als Tragorgan für Freileitungskabel.**

⑤⑦ Die modernen Kunstfasern aus aromatischen Polyamiden haben eine außerordentlich hohe Zugfestigkeit und würden sich daher sehr gut für hochbelastbare Seile eignen, wenn man ihre Zugfestigkeit voll ausnützen könnte. Wegen der glatten Faseroberfläche dieser Kunstfasern macht aber die Übertragung entsprechend hoher Zugkräfte auf solche Kunstfaserseile große Schwierigkeiten, denn aus Klemmhülsen und anderen auf Haftreibung beruhenden Kraftübertragungsmitteln rutschen sie vor Erreichen ihrer Reißfestigkeit heraus, und Versuche mit kunstharzgetränkten Seilen führten zwar zu den gewünschten Kraftübertragungseigenschaften, jedoch unter Verlust der für Seile unverzichtbaren Flexibilität. Dieses Problem wurde dadurch gelöst, daß zur Tränkung ein Material verwendet wird, das bei die Bruchgrenze des Materials überschreitenden Druck- und/oder Biegebeanspruchungen im Beanspruchungsbereich in Pulver zerfällt. Besonders geeignet hierfür sind Naturharze, insbesondere Kolophonium. Das Diagramm in Fig. 3 zeigt die spezifische Belastbarkeit solcher Kunstfaserseile in Abhängigkeit vom Verhältnis der Klemmhülsenlänge zum Faserbündeldurchmesser für ungetränkte, kunstharzgetränkte und naturharzgetränkte Seile und verdeutlicht, daß von den gezeigten Beispielen nur die Naturharztränkung eine volle Ausnützung der Zugfestigkeit der Fasern zuläßt.



EP 0 025 461 A1

1

BEZEICHNUNG GEÄNDERT
siehe Titelseite

Kupferdraht-Isolierwerk AG Wildegg CH-5103 Wildegg

Element zur Uebertragung von Zugkräften

Die Erfindung bezieht sich auf ein Element zur Uebertragung von Zugkräften mit einer Vielzahl von eine glatte Faseroberfläche aufweisenden Kunstfasern von über 200 kg/mm² Zugfestigkeit und einem über 3000 kg/mm² liegenden Elastizitätsmodul sowie einer unter 10% liegenden Bruchdehnung, welche zur Verminderung der durch ihre glatte Faseroberfläche bedingten Rutschgefahr an Angriffsstellen von Kraftübertragungsmitteln zumindest auf einem Teil ihrer Gesamtlänge mit einem die Fasern verbindenden und den Reibungskoeffizienten an der Aussenfläche des Faserverbundes erhöhenden Material getränkt sind.

Ein Element dieser Art ist beispielsweise aus der Informationsschrift "Kevlar 49, Technische Information, Bulletin Nr. K-1, Juni 1974" der Du Pont de Nemours Company, Seite 3, Tafel II und Abschnitt B, bekannt. Es handelt sich dabei um eine Art Seil, wobei die das Element bildenden Fasern jedoch nicht verseilt sondern strangartig parallel zueinander angeordnet und mit einem Epoxidharz getränkt sind und das Epoxidharz nach der Tränkung durch Temperaturbehandlung bei ca. 180°C ausgehärtet wurde.

Dieses bekannte Element, das nur zu Versuchszwecken - nämlich zur Messung der erreichbaren Zugfestigkeit solcher Elemente - hergestellt wurde, ist aber verhältnismässig steif und eignet sich in dieser Form nicht als "Zugseil", weil es an Biegungsstellen verhältnismässig leicht bricht. Der Grund dafür liegt darin, dass Epoxidharze ebenso wie die meisten anderen aushärtbaren Kunstharze im ausgehärteten Zustand schon bei relativ geringen Biegebeanspruchungen wie Glas brechen und die an solchen Bruchstellen auftretende Kerbwirkung dann innert kurzem zum sukzessiven Zerreißen der die Bruchstelle überbrückenden Fasern von der Aussenseite des Elementes her nach innen zu führt.

Bei diesem bekannten Element war somit nur das Problem der Kraftübertragung auf das Element, nicht aber das Problem der für eine Verwendung des Elementes als "Zugseil" erforderlichen Flexibilität des Elementes gelöst.

Die alleinige Lösung des Problem³es der Flexibilität ohne gleichzeitige Lösung des Problem³es der Kraftübertragung andererseits bereitet auch keine Schwierigkeiten, weil zur alleinigen Lösung des Flexibilitätsproblem³es nur die besagte Tränkung der Fasern des Elementes mit dem dieselben verbindenden und den Reibungskoeffizienten an der Aussenfläche des Faserverbundes erhöhenden Material weggelassen werden müsste.

Wenn man aber die Tränkung weglässt, dann wird die Kraftübertragung auf das Element zu einem ausserordentlich schwierigen Problem, weil dann die Kraftübertragung auf die einzelnen Fasern des Elementes durch Haftreibung der Fasern aneinander sowie Haftreibung der das Faserbündel umschliessenden Mittel an den äusseren Fasern des Faserbündels erfolgen müsste und zur Erzielung von der hohen Zugfestigkeit der Fasern entsprechenden Reibungskräften wegen der glatten Faseroberfläche bzw. wegen des geringen Reibungskoeffizienten derselben ein ausserordentlich hoher Druck der an der Aussenseite des Elementes angreifenden Kraftübertragungsmittel auf das Faserbündel erforderlich wäre. Wenn man beispielsweise am Ende eines solchen ungetränkten Elementes mittels einer Klemmhülse eine z.B. um eine Seilkausche gelegte Schlaufe bilden wollte, dann müsste die Klemmhülse bei einer dem zehnfachen Durchmesser des Faserbündels entsprechenden Länge einen Druck von mehreren Tonnen pro Quadratzentimeter auf das Element bzw. das Faserbündel ausüben, damit bei Zugbelastungen

des Elementes die Zugfestigkeit⁴ desselben voll ausgenutzt werden kann. Solche hohen Drücke lassen sich aber mit Klemmhülsen nicht erreichen, denn selbst eine Hülse aus Duraluminium mit einer extrem hohen, dem halben Innendurchmesser der Hülse entsprechenden Wandstärke wäre bei einem Innendruck von fünf Tonnen pro Quadratzentimeter bereits an ihrer Zugfestigkeitsgrenze angelangt, d.h. sie würde bei Ueberschreitung dieses Innendruckes aufplatzen, und es dürfte natürlich klar sein, dass man beim Zusammenpressen einer Klemmhülse keinen Klemmdruck erreichen kann, der nach Beendigung des Zusammenpressens die Klemmhülse aufsprengt, sondern dass der maximal erreichbare Klemmdruck weit unter dem zum Aufsprengen der Klemmhülse erforderlichen Innendruck liegt. Da sich somit der erforderliche Druck auf das Faserbündel von mehreren Tonnen pro Quadratzentimeter mit der Klemmhülse nicht erreichen lässt, rutscht das Faserbündel bei Zugbelastung des Elementes aus der Klemmhülse heraus, bevor die Zugfestigkeit der Fasern erreicht ist, d.h. die Zugfestigkeit eines Elementes mit ungetränkten Fasern wird nicht durch die Zugfestigkeit der Fasern sondern durch den maximal von den an der Aussenseite des Elementes angreifenden Kraftübertragungsmitteln auf das Faserbündel ausübbarer Druck bestimmt und liegt in der Regel weit unter der Zugfestigkeit der Fasern, häufig sogar nur bei einem Fünftel bis einem Zehntel derselben. Damit ist aber der Vorteil der hohen Zugfestigkeit, den diese Kunstfasern bieten, zu-

5

nichte gemacht, denn Zugseile mit nur einem Fünftel oder Zehntel der Zugfestigkeit dieser Kunstfasen lassen sich auch aus anderen Materialien herstellen, und zwar mit geringerem technischen Aufwand und ohne die durch den niedrigen Reibungskoeffizienten der Kunstfasern verursachten Schwierigkeiten.

Trotz intensiver Bemühungen der auf diesem Gebiet tätigen Fachleute in den letzten Jahren ist es jedoch bisher noch nicht gelungen, ein als Zugseil verwendbares Element der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem sowohl das Problem der Kraftübertragung auf das Element als auch das Problem der erforderlichen Flexibilität des Elementes befriedigend gelöst wären. Das obengenannte bekannte Element löst zwar das Kraftübertragungsproblem, schliesst aber eine Lösung des Flexibilitätsproblem aus. Die aus der gleichen Informationsschrift wie dieses Element bekannten Seile aus den genannten Kunstfasern (siehe S. 12, Abb. 17) andererseits lösen das Flexibilitätsproblem, schliessen aber - da sie keine Tränkung aufweisen - aus den oben erläuterten Gründen eine befriedigende Lösung des Kraftübertragungsproblems aus. Eine Synthese beider Lösungen, z.B. in Form einer Tränkung der Kunstfasern mit einem anderen Material als bei dem bekannten Element, ist bisher noch nicht gefunden worden.

Der Erfindung lag daher die Aufgabe zugrunde, ein als Zugseil verwendbares Element der eingangs genannten Art zu

6
schaffen, das sowohl für das Problem der Kraftübertragung als auch für das Flexibilitätsproblem befriedigende Lösungen bietet und damit die Möglichkeit eröffnet, aus den genannten Kunstfasern ein Zugseil herzustellen, bei dem die Zugfestigkeit der Kunstfasern voll ausgenützt werden kann und das daher die Uebertragung wesentlich höherer Zugkräfte als ein Stahlseil von gleichem effektivem Querschnitt gestattet.

Erfindungsgemäss wird das bei einem Element der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass das Material, mit dem die Fasern getränkt sind, ein bei einer Druck- und/oder Biegebeanspruchung, die die Bruchgrenze des Materials für die betreffende Beanspruchung überschreitet, im Beanspruchungsbereich in Pulver zerfallendes Material ist.

Die Verwendung eines solchen Materials zur Tränkung der Fasern hat zwei entscheidende Vorteile: Zunächst einmal schliesst dieses Material das Auftreten von Kerbwirkungen an Stellen, an denen das Material infolge von Biegebeanspruchungen des Elementes bricht, vollständig aus, weil das Material an solchen Stellen nicht wie Glas bricht sondern besonders in den Druckbereichen der Biegungsstelle zu Pulver zerfällt und damit die Hebelwirkung wegfällt, die bei einem Bruch wie bei Glas zum sukzessiven Zerreißen der die Bruchstelle überbrückenden Fasern von der Aussenseite des Elementes her nach innen zu führt. Zum zweiten ist der Zerfall des Materials zu Pulver in Bereichen

sehr hoher Druckbeanspruchung aber auch für die Kraftübertragung in den Endbereichen des Elementes von entscheidender Bedeutung, denn wie oben am Beispiel einer Klemmhülse als Kraftübertragungsmittel gezeigt muss in den Kraftübertragungsbereichen ein ausserordentlich hoher Druck auf das Faserbündel ausgeübt werden, so dass das besagte Material in den Kraftübertragungsbereichen zu Pulver zerfällt. Dieses Pulver besteht, mikroskopisch betrachtet, aus kleinen Kristallen, grösstenteils Einkristallen, die auch bei höchsten Drücken formbeständig sind. Da das Faserbündel gleichmässig mit dem besagten Material getränkt ist, füllen die in den Kraftübertragungsbereichen durch den Zerfall des Materials zu Pulver entstandenen Kristalle die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern des Faserbündels nahezu vollständig aus und übertragen daher den von aussen auf das Faserbündel einwirkenden Druck auf jede einzelne Faser, wobei sie infolge ihrer auch bei höchsten Drücken noch vorhandenen Formbeständigkeit mit ihren Kristallkanten gegen die einzelnen Fasern gedrückt werden. Dadurch wird jedoch der Reibungskoeffizient zwischen den einzelnen Fasern und, da das gleiche natürlich auch für die äusseren Fasern des Faserbündels gilt, auch der Reibungskoeffizient zwischen der Aussenseite des Faserbündels und den dasselbe umschliessenden Mitteln ganz beträchtlich erhöht, und zwar auf wesentlich höhere Werte, als sie bei mit druckbeständigem Material getränkten Fasern erreichbar wären. Das liegt hauptsächlich daran, dass druckbeständige Materia-

lien sowohl an den einzelnen Fasern wie auch an der Aussenseite des Faserbündels im wesentlichen glatte Oberflächen bilden, während die mit ihren Kristallkanten gegen die einzelnen Fasern gedrückten Kristalle sich bei einer Zugbelastung der Fasern sozusagen ineinander verkeilen und damit praktisch umso stärker gegen die zwischen ihnen liegenden Fasern drücken, je grösser die Zugbelastung wird.

Vorzugsweise ist das besagte Material bei dem vorliegenden Element ein bei Druck- und/oder Biegebeanspruchung über seine Bruchgrenze hinaus in Pulver zerfallendes Harz. Harze mit dieser besonderen Eigenschaft sind bisher nur unter den vollständig oder zumindest zum überwiegenden Teil aus natürlichem Harz bestehenden Harzen zu finden, was jedoch nicht ausschliesst, dass eine gezielte Entwicklung unter Umständen auch zu einem Kunstharz führen könnte, das ebenfalls diese besondere Eigenschaft aufweist. Allerdings dürfte ein solcher Zerfall in Pulver unter Druckeinwirkung zur Voraussetzung haben, dass bei der Bildung des Harzes gleichzeitig eine Vielzahl von anschliessend zusammenwachsenden Einkristallen entstehen, was wiederum das Vorhandensein von Kristallkeimen bedingt, während Kunstharze in der Regel ja durch Polymerisation entstehen und somit einen ganz anderen Bildungsmechanismus haben.

Unter den natürlichen Harzen besitzt in erster Linie Kolophonium die Eigenschaft, unter Druckeinwirkung zu Pulver zu zerfallen, in besonders ausgeprägtem Masse.

9

Bei der bevorzugten Ausbildungsform des vorliegenden Elementes besteht daher das Material, mit dem die Kunstfasern getränkt sind, aus Kolophonium.

Die Kunstfasern bestehen bei dem vorliegenden Element zweckmässig aus Kunststoff, vorzugsweise aus einem organischen Polymeren. Mit besonderem Vorteil kann der Kunststoff, aus dem die Kunstfasern bestehen, wie in der oben genannten Informationsschrift beschrieben ein aromatisches Polyamid sein, wobei die Fasern vorzugsweise eine Zugfestigkeit von mindestens 250 kg/mm^2 , einen Elastizitätsmodul von mindestens 10000 kg/mm^2 und eine Bruchdehnung unter 3% haben.

Die Kunstfasern sind bei dem vorliegenden Element vorzugsweise strangartig parallel zueinander angeordnet. Das hat den Vorteil, dass unerwünschte Dehnungen des Elementes weitgehend ausgeschlossen werden und z.B. bei horizontal gespannten Elementen die sich bei Temperaturänderungen ergebende Durchhängung auf ein Minimum beschränkt werden kann. Ausserdem ist diese Art der Anordnung auch für nahe der Zugfestigkeitsgrenze der Kunstfasern liegende Grenzbelastungen des Elementes am günstigsten und ergibt bei vorgegebenem Durchmesser des Elementes bzw. des Faserbündels den höchsten effektiven Querschnitt bzw. die höchste Faseranzahl und damit die höchste Belastbarkeit, und schliesslich ergibt sich bei dieser Anordnung der Fasern jedenfalls beim vorliegenden Element in Klemmorganen wie

Klemmhülsen usw. auch der höchste Haftreibungskoeffizient. Wenn jedoch die relativ geringe Bruchdehnung der Kunstfasern für den speziellen Anwendungsfall des Elementes zu gering ist, dann ist es vorteilhafter, wenn die Kunstfasern zur Erhöhung der Dehnbarkeit des Elementes verseilt sind.

Zur Kraftübertragung sind bei dem vorliegenden Element zweckmässig in mindestens einem seiner beiden Endbereiche zwei von den Faserenden verschieden weit entfernte Stellen unter Bildung einer vorzugsweise um eine runde oder kauschenförmige Oese gelegten Schlaufe mittels eines Klemmorgans miteinander verbunden und die Tränkung der Fasern reicht mindestens über die von den Faserenden weiter entfernte Stelle hinaus. Vorzugsweise sind jedoch die Fasern des vorliegenden Elementes auf ihrer gesamten Länge mit dem besagten Material getränkt.

Die zur Bildung der Schlaufen an den Enden des vorliegenden Elementes vorgesehenen Klemmorgane umfassen zweckmässig mindestens eine Klemmhülse, deren Ränder an den Austrittsstellen der Fasern abgerundet sind. Die Abrundung der Hülsenränder an den Austrittsstellen der Fasern hat den Vorteil, dass die Hülsenränder nicht in das Faserbündel einschneiden können. Denn innerhalb der Hülse ist der Querschnitt des Faserbündels infolge des hohen Druckes der Hülse auf das Faserbündel um einiges geringer als ausserhalb der Hülse, wo das Faserbündel nicht unter Druck

//

steht, und daher werden die äusseren Fasern des Faserbündels an der Austrittsstelle der Fasern aus der Hülse um den Hülsenrand nach aussen gebogen. Da die Fasern nun bei Zugbelastung des Elements gespannt sind, kann ein scharfkantiger Hülsenrand an der Austrittsstelle der Fasern aus der Hülse ohne weiteres in die äusseren Fasern einschneiden, was dann zunächst zum Bruch dieser äusseren Fasern und bei sehr starker Zugbelastung des Elementes wegen der mit dem Bruch der äusseren Fasern verbundenen Verminderung des tragenden Querschnitts des Faserbündels in der Folge zum Bruch des gesamten Faserbündels an dieser Stelle führen kann. Der Bruch der äusseren Fasern an solchen Einschnittsstellen scharfkantiger Hülsenränder wird in der Praxis noch dadurch beschleunigt, dass ein im Freien gespanntes Seil durch den Wind ja in Schwingungen versetzt wird und ein Knotenpunkt dieser Schwingungen in der Regel an einer Uebergangsstelle von einem auf zwei Seile und damit an einer mittels einer Klemmhülse gebildeten Endschlaufe an der Austrittsstelle des Seiles aus der Klemmhülse liegt und das Seil in einem solchen Knotenpunkt der Seilschwingungen ständig hin und her gebogen wird.

Wenn im übrigen der Druck der Klemmhülse auf das Faserbündel nicht hoch genug gemacht werden kann, um mit Sicherheit ein Herausrutschen des Faserbündelendes aus der Klemmhülse vor Erreichen der Zugfestigkeit der Fasern ausschliessen zu können, dann kann die bei Ueberschrei-

12

tung eines bestimmten Grenzwertes ein solches Herausrutschen des Faserbündelendes aus der Klemmhülse bewirkende Zugkraft auf das Faserbündelende dadurch vermindert werden, dass die mittels der Klemmhülse gebildete Endschlaufe des vorliegenden Elementes mit mehreren Windungen um eine Rundöse gelegt wird. Dadurch kann ein nicht unbeachtlicher Teil der insgesamt auf das Element wirkenden Zugkraft direkt auf die Rundöse übertragen werden, so dass die an der Klemmhülse wirksame Zugkraft entsprechend reduziert wird. Die Rundöse kann dabei vorteilhaft derart mit einer Seilkausche kombiniert sein, dass auch die zwischen Klemmhülse und Rundöse gelegenen Schlaufenteile durch die mit der Rundöse kombinierte Seilkausche geführt sind.

Vorteilhaft kann das vorliegende Element zum Schutz gegen Witterungseinflüsse und andere äussere Einwirkungen mit einem die Fasern umschliessenden Schutzmantel, vorzugsweise aus Polyurethan, versehen sein. Insbesondere bei der Ausbildungsform des vorliegenden Elements mit strangartig parallel zueinander angeordneten Fasern ist ein solcher Schutzmantel von wesentlichem Vorteil, weil er in diesem Fall zusätzlich noch das Faserbündel zusammenhält. Zwar wird natürlich das Faserbündel im Falle, dass es auf seiner gesamten Länge mit dem besagten Material getränkt ist, auch durch dieses Material zusammengehalten, aber an Biegungsstellen des Elementes geht der Zusammenhalt des Faserbündels durch das besagte Material natürlich dadurch

13

verloren, dass dieses Material dort insbesondere bei häufiger Bieungsbelastung wie z.B. bei einem schwingenden Seil zu Pulver zerfällt. Der Schutzmantel hält dann auch an solchen Stellen das Faserbündel noch zusammen und wirkt im übrigen schon von vornherein allzu starken Biegungen des Elementes entgegen. Bei dem vorliegenden Element kann der Schutzmantel ausserdem zur Erhöhung der maximal an einer Klemmstelle auf das Faserbündel übertragbaren Zugkraft beitragen. Denn wenn eine Klemmhülse nicht unmittelbar auf das Faserbündel sondern auf einen das Faserbündel umschliessenden Schutzmantel aufgebracht wird, dann ist der für diese maximal übertragbare Zugkraft massgebende Reibungskoeffizient nicht mehr der Reibungskoeffizient zwischen Faserbündel und Klemmhülse sondern der Reibungskoeffizient zwischen Faserbündel und Schutzmantel, und beim vorliegenden Element ist der Reibungskoeffizient zwischen Faserbündel und Schutzmantel in der Regel höher als der Reibungskoeffizient zwischen dem Faserbündel und einer direkt darauf aufgebrachten Klemmhülse, weil die das Pulver bildenden Kristalle, in die das zur Tränkung der Fasern verwendete Material unter der Einwirkung des hohen Druckes innerhalb einer Klemmhülse zerfällt, bei Zugbelastung des Elementes und dem sich damit ergebenden, oben schon erläuterten Verkeilen der Kristalle ineinander mit ihren Kristallkanten an der Innenwand des Schutzmantels einen besseren Halt als an der metallischen Innenwand der Klemmhülse finden. Voraussetzung

14

ist allerdings, dass das Material des Schutzmantels widerstandsfähig genug ist, um den von den Kristallen auf die Mantelinnenwand übertragenen Kräften auch bei höchsten Zugbelastungen des Elements noch standhalten zu können, was aber durch geeignete Materialauswahl des für den Schutzmantel verwendeten Materials ohne weiteres erreichbar ist.

Die Erfindung bezieht sich weiter auf eine Verwendung des vorliegenden Elementes als Tragorgan für ein Freileitungskabel, wobei das Element und das Kabel von einem gemeinsamen, Element und Kabel miteinander verbindenden Schutzmantel umschlossen sind, der vorzugsweise zwei gegeneinander abgeschlossene Kanäle für die Fasern des Elements einerseits und die Drähte des Kabels andererseits bildet. In diesem Anwendungsbereich bringt das vorliegende Element entscheidende Vorteile gegenüber den bisher zum gleichen Zweck verwendeten Stahlseilen mit sich, weil es eine höhere Zugfestigkeit und eine geringere Dehnung als ein Stahlseil gleichen Durchmessers hat, infolge der geringeren Dehnung auch seine Durchhängung geringer als bei einem Stahlseil ist und die bisher sowohl bei der Verwendung von Stahlseilen infolge von Korrosion im Bereich der die Endschlaufen zusammenhaltenden Klemmhülsen als auch bei Verwendung von ungetränkten Seilen aus den genannten Kunstfasern infolge Herausrutschens der Faserbündelenden aus den die Endschlaufen zusammenhaltenden Klemmhülsen noch gegebene Bruchgefahr an den Seilaufhän-

15
gungen durch Verwendung des vorliegenden Elementes vollständig behoben ist.

Anhand der nachstehenden Figuren ist die Erfindung im folgenden an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 ein Endstück eines als Tragorgan für ein Freileitungskabel verwendeten und mit diesem kombinierten Elementes nach der Erfindung mit einer mittels einer Klemmhülse zusammengehaltenen Endschleife zum Aufhängen des Freileitungskabels

Fig. 2 einen Querschnitt durch die in Fig. 1 gezeigte Kombination in der Schnittebene I - I

Fig. 3 ein Diagramm der spezifischen Belastbarkeit eines Ausführungsbeispiels des vorliegenden Elementes mit Naturharztränkung der Kunstfasern in Abhängigkeit von dem Verhältnis der Länge der die Endschleife zusammenhaltenden Klemmhülse zum Faserbündeldurchmesser mit zum Vergleich eingezeichneten entsprechenden Kurven von einem Element der eingangs genannten Art mit Kunstharztränkung der Fasern und einem solchen Element mit ungetränkten Fasern.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Endstück eines als Tragorgan für ein Freileitungskabel 1 verwendeten Elementes 2 sind strangartig parallel zueinander angeordnete Kunstfa-

1/6

sern 3 aus aromatischem Polyamid mit einer Zugfestigkeit von 300 kg/mm^2 , einem Elastizitätsmodul von 13400 kg/mm^2 , einer Bruchdehnung von 2,6 % und einem spezifischen Gewicht von $1,45 \text{ g/cm}^3$ mit Kolophonium getränkt und von einem Schutzmantel 4 aus Polyurethan umgeben, der auch die Drähte 5 des Freileitungskabels 1 umschliesst und so das Kabel 1 und das Element 2 miteinander verbindet. Wie aus dem in Fig. 2 gezeigten Querschnitt des durch den Schutzmantel 4 mit dem Kabel 1 verbundenen Elementes 2 ersichtlich bildet der Schutzmantel 4 zwei gegeneinander abgeschlossene Kanäle 6 und 7 für die Fasern 3 des Elements 2 einerseits und die Drähte 5 des Kabels 1 andererseits. Der den Kanal 6 bildende, die Kunstfasern 3 umgebende Teil 8 des Schutzmantels 4 ist dabei mit dem den Kanal 7 bildenden, die Drähte 5 umgebenden Teil 9 des Schutzmantels 4 einstückig durch den brückenartigen Teil 10 des Schutzmantels 4 verbunden. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Endstück ist diese Verbindungsbrücke 10 zwischen dem Element 2 und dem Kabel 1 über eine mindestens zur Schlaufenbildung ausreichende Länge aufgeschnitten, wobei am Ende 11 des Schnittes zweckmässig eine in Fig. 1 nicht gezeigte Schelle oder andere, Kabel und Element umschliessende und dadurch fest miteinander verbindende Mittel zur Verhinderung eines weiteren Aufreissens der Brücke 10 über das Ende 11 des Schnittes hinaus vorgesehen sind. Mit dem durch das Aufschneiden der Verbindungsbrücke 10 gebildeten freien Ende des Elementes 2

17

wird die zum Aufhängen des Freileitungskabels dienende Schlaufe 12 gebildet, die durch die Klemmhülse 13 zusammengehalten wird. Der Abstand zwischen der Klemmhülse 13 und dem Schnittende 11 ist in der Regel wesentlich größer als in der Zeichnung dargestellt, aber die Länge der Schlaufe 12 passt in ihren Proportionen zu den Durchmessern des Elements 2 und des Kabels 1.

Das aus den Fasern 3 bestehende Faserbündel hat 106500 Denier, was einem effektiven Faserquerschnitt von $8,15 \text{ mm}^2$ entspricht. Der Durchmesser des von den Fasern 3 gebildeten Faserbündels beträgt bei vollständig zusammengepressten Fasern ca. 3,4 mm. Aus dem effektiven Faserquerschnitt von $8,15 \text{ mm}^2$ und der Zugfestigkeit der Fasern von 300 kg/mm^2 ergibt sich für das Faserbündel eine Belastungsgrenze bzw. Bruchgrenze von 2445 kg, jedoch hatten mehrfache Belastungen des Elementes 2 mit einer Zugkraft von 2500 kg weder einen Bruch des Elementes 2 bzw. des von den Fasern 3 gebildeten Faserbündels noch ein Herausrutschen des Endes 14 des Elementes 2 aus der Klemmhülse 13 zur Folge. Die Klemmhülse 13 hat eine Länge von 75 mm und einen Ausendurchmesser nach dem Zusammenpressen von ca. 8 mm und wurde mit einer Kraft von 30 Tonnen zusammengepresst. Der die Fasern 3 umgebende Teil 8 des Schutzmantels 4 hat eine Wandstärke von ca. 1 mm, die aber innerhalb der Klemmhülse 13 mindestens um die Hälfte reduziert wurde. Die Tränkung des aus den Fasern 3 gebildeten Faserbündels mit

18

Kolophonium wurde dadurch erzielt, dass das Faserbündel vor der Ummantelung durch ein Bad von in Aether gelösten Kolophonium gezogen und anschliessend bei erhöhter Temperatur getrocknet bzw. ausgehärtet wurde. Dabei wurden Vorkehrungen getroffen, dass in dem Bad alle Fasern des Faserbündels auf ihrer gesamten Länge von der Kolophoniumlösung benetzt wurden und dass überflüssige Lösung von Fasern abgestreift wurde, z.B. indem das Faserbündel durch eine Kalibrierdüse aus dem Bad herausgezogen wurde. Als Lösungsmittel für das Kolophonium wurde teilweise auch Alkohol verwendet, jedoch dauert in diesem Fall der Trocknungs- bzw. Aushärtungsprozess etwas länger als bei der Verwendung von Aether. Es ist im übrigen auch möglich, das Faserbündel durch eine Kolophoniumschmelze zu ziehen, da die Fasern Temperaturen oberhalb des Schmelzpunktes von Kolophonium ohne weiteres aushalten, allerdings macht in diesem Fall die gleichmässige Benetzung aller Fasern des Faserbündels und auch das Abstreifen der überflüssigen Schmelze gewisse Schwierigkeiten.

Praktische Experimente mit dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Freileitungskabel haben ergeben, dass die Aufhängung des Kabels an dem vorliegenden Element allen auftretenden Anforderungen gerecht wird. Das gilt sowohl für Zugfestigkeit und Witterungsbeständigkeit wie auch für aussergewöhnliche Belastungen wie Schwingungen der Freileitung durch starken Wind, Vereisung der Freileitung usw. Bei diesen Experimenten waren die Schlaufen 12 mit Seil-

kauschen versehen. Untersuchungen an diesen Freileitungen nach den Experimenten haben gezeigt, dass das Kolophonium im Bereich des Schnittendes 11, in den Bereichen beiderseits der Klemmhülse 13 sowie innerhalb der Klemmhülse 13 und im Bereich des Schlaufenbogens 15 der Schlaufe 12 in Pulver zerfallen war, was auf starke Druck- und Biegebeanspruchungen des Faserbündels in diesen Bereichen schließen lässt. Jedoch waren auch in diesen Bereichen keine stärkeren Abnutzungserscheinungen wie Faserbrüche usw. festzustellen.

In Fig. 3 ist zum Vergleich in einem Diagramm noch die spezifische Belastbarkeit in Abhängigkeit vom Verhältnis Klemmhülsenlänge/Faserbündeldurchmesser für das vorliegende Element mit Naturharztränkung der Fasern (Kolophoniumtränkung) sowie für ein Element der eingangs genannten Art mit Kunstharztränkung der Fasern und für ein solches Element mit ungetränkten Fasern dargestellt. Aus diesem Diagramm ist ersichtlich, dass bei Naturharztränkung der Fasern, also beim vorliegenden Element, bei Klemmhülsenlängen von mehr als dem zehnfachen des Faserbündeldurchmessers die spezifische Belastbarkeit des Elements nur noch von der Zugfestigkeit des Faserbündels abhängt und die Gefahr eines Herausrutschens des Faserbündelendes aus der Klemmhülse nicht mehr besteht. Bei geringeren Klemmhülsenlängen rutscht das Faserbündel aus der Klemmhülse heraus, sobald die spezifische Belastung des Elementes die durch die Kurve "Naturharztränkung" bei der betreffenden Klemm-

hülsenlänge gegebene spezifische Belastbarkeit überschreitet. Als spezifische Belastung des Elementes ist dabei das Verhältnis der an der durch die Klemmhülse zusammengehaltenen Schlaufe angreifenden Zugkraft zu dem der Summe der Querschnitte sämtlicher Fasern des Faserbündels entsprechen effektiven Faserquerschnitt des Faserbündels bezeichnet.

Der Vergleich der Kurve "Naturharztränkung" mit den Kurven "Kunstharztränkung" und "keine Tränkung" zeigt, dass der mittlere Reibungskoeffizient zwischen Klemmhülse und Faserbündel in dem dargestellten Bereich der Klemmhülsenlänge bei Naturharztränkung des Faserbündels etwa dreimal so hoch wie bei ungetränktem Faserbündel und bei Kunstharztränkung des Faserbündels etwa doppelt so hoch wie bei ungetränktem Faserbündel ist. Bei grösseren Klemmhülsenlängen als dem zehnfachen Faserbündeldurchmesser stimmen diese Relationen nicht mehr, weil die Kurven, wie aus dem Diagramm in Fig. 3 ersichtlich, nicht geradlinig sondern gekrümmt sind und aus bisher noch nicht zweifelsfrei geklärten Gründen bei sehr grossen Klemmhülsenlängen einem Grenzwert zustreben, der nur bei Naturharztränkung des Faserbündels oberhalb der Bruchgrenze der Fasern, bei Kunstharztränkung des Faserbündels und bei ungetränktem Faserbündel jedoch unterhalb der Bruchgrenze der Fasern liegt. Dieser bisher noch nicht genau geklärte Effekt hat jedoch zur Folge, dass bei Kunstharztränkung des Faserbündels und

bei ungetränktem Faserbündel²¹ eine volle Ausnutzung der Zugfestigkeit des Faserbündels nicht möglich ist, weil das Faserbündel bei steigender Belastung des Elementes noch vor Erreichen der Zugfestigkeit bzw. der Bruchgrenze der Fasern aus der Klemmhülse herausrutscht.

Das in Fig. 3 gezeigte Diagramm gilt für einen bei allen Klemmhülsenlängen gleichbleibenden Druck der Klemmhülse auf das Faserbündel von 18 kg/mm^2 . Bei höheren Druckwerten, die aber jedenfalls mit Aluminiumklemmhülsen kaum zu erreichen sind, erhöhen sich die aus den Kurven ablesbaren Werte im Verhältnis des höheren Druckwertes zu 18 kg/mm^2 . Bei niedrigeren Werten des Druckes der Klemmhülse auf das Faserbündel als 18 kg/mm^2 verringern sich die aus den Kurven ablesbaren Werte entsprechend im Verhältnis niedrigeren Druckwertes zu 18 kg/mm^2 .

Die mittleren Reibungskoeffizienten zwischen Klemmhülse und Faserbündel ergeben sich aus dem in Fig. gezeigten Diagramm zu 0,435 für Naturharztränkung, 0,28 für Kunstharztränkung und 0,15 für ungetränkte Faserbündel.

Zu dem Diagramm in Fig. 3 ist ferner noch zu erwähnen, dass bei Verwendung von Klemmhülsen mit abgerundeten Rändern an den Austrittsstellen des Faserbündels im Diagramm für die Klemmhülsenlänge nur die tragende Länge der Klemmhülse einzusetzen ist, dass also die Breiten der Randbereiche mit abgerundeten Rändern von Klemmhülsenlän-

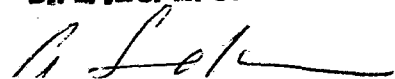
22
ge abzuziehen ist. Es ist weiter in Bezug auf kunstharz-
getränkte Faserbündel darauf hinzuweisen, dass es bei die-
sen trotz der Tatsache, dass die Kurve für Kunstharzträn-
kung in diesem Diagramm einem unter der Bruchgrenze der
Fasern liegenden Grenzwert zustrebt, beim Belastungsver-
such zum Zerreißen des Faserbündels vorm Herausrutschen
desselben aus der Klemmhülse kommen kann, und zwar insbe-
sondere am Schlaufenbogen und bei scharfkantigen Klemmhül-
sen an den Austrittsstellen des Faserbündels aus der
Klemmhülse, jedoch liegt in solchen Fällen die spezifische
Belastung im Moment des Zerreißens unter der spezifischen
Belastbarkeit bzw. der Bruchgrenze der Fasern. Die Gründe
hierfür sind die gleichen wie eingangs im Zusammenhang
mit der bekannten Epoxidharztränkung erläutert.

Abschliessend sei noch bemerkt, dass bei den Zugbelastungs-
versuchen zur Erstellung des in Fig. 3 gezeigten Diagramms
Faserbündel mit 21300 Denier aus strangartig parallel zu-
einander angeordneten Fasern aus aromatischem Polyamid mit
einer Zugfestigkeit von 300 kg/mm^2 , einem Elastizitätsmo-
dul von 13400 kg/mm^2 , einer Bruchdehnung von 2,6% und ei-
nem spezifischen Gewicht von $1,45 \text{ g/cm}^3$ verwendet wurden,
dass der Faserbündeldurchmesser bei zusammengepresstem Fa-
serbündel ca. 1,5 mm und der effektive Faserquerschnitt
der Faserbündel ca. $1,65 \text{ mm}^2$ war, und dass die verwendeten
Faserbündel mit je einer mittels einer Klemmhülse zusam-
mengehaltenen Endschlaufe an beiden Enden versehen und
nicht ummantelt waren.

Der Vertreter:

PATENTANWALT

DIPL. ING. W. STEUDTNER



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Element zur Uebertragung von Zugkräften mit einer Vielzahl von eine glatte Faseroberfläche aufweisenden Kunstfasern von über 200 kg/mm^2 Zugfestigkeit und einem über 3000 kg/mm^2 liegenden Elastizitätsmodul sowie einer unter 10% liegenden Bruchdehnung, welche zur Verminderung der durch ihre glatte Faseroberfläche bedingten Rutschgefahr an Angriffsstellen von Kraftübertragungsmitteln zumindest auf einem Teil ihrer Gesamtlänge mit einem die Fasern verbindenden und den Reibungskoeffizienten an der Aussenfläche des Faserverbundes erhöhenden Material getränkt sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Material, mit dem die Fasern getränkt sind, ein bei einer Druck- und/oder Biegebeanspruchung, die die Bruchgrenze des Materials für die betreffende Beanspruchung überschreitet, im Beanspruchungsbereich in Pulver zerfallendes Material ist.

2. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material ein bei Druck- und/oder Biegebeanspruchung über seine Bruchgrenze hinaus in Pulver zerfallendes Harz ist.

3. Element nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Harz vollständig oder zumindest zum überwiegenden Teil aus natürlichem Harz besteht.

4. Element nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das natürliche Harz Kolophonium ist.

5. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunstfasern aus einem Kunststoff, vorzugsweise aus einem organischen Polymeren, bestehen.

6. Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kunststoff ein aromatisches Polyamid ist und die Fasern vorzugsweise eine Zugfestigkeit von mindestens 250 kg/mm^2 , einen Elastizitätsmodul von mindestens 10000 kg/mm^2 und eine Bruchdehnung unter 3% haben.

7. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunstfasern strangartig parallel zueinander angeordnet sind.

8. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunstfasern verseilt sind.

9. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem seiner beiden Endbereiche zwei von den Faserenden verschieden weit entfernte Stellen unter Bildung einer vorzugsweise um eine runde oder kauschenförmige Oese gelegten Schlaufe mittels eines Klemmorgans miteinander verbunden sind und die Tränkung der Fasern mindestens über die von den Faserenden weiter entfernte Stelle hinausreicht.

10. Element nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Klemmorgan mindestens eine Klemmhülse umfasst, deren Ränder an den Austrittsstellen der Fasern abgerundet sind.

11. Element nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlaufe mit mehreren Windungen um eine Rundöse gelegt ist.

12. Element nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass es zum Schutz gegen Witterungseinflüsse und andere äussere Einwirkungen mit einem die Fasern umschliessenden Schutzmantel, vorzugsweise aus Polyurethan, versehen ist.

13. Verwendung eines Elementes nach einem der Ansprüche 1 bis 12 als Tragorgan für ein Freileitungskabel, dadurch gekennzeichnet, dass das Element und das Kabel von einem gemeinsamen, Element und Kabel miteinander verbindenden Schutzmantel umschlossen sind, der vorzugsweise zwei gegeneinander abgeschlossene Kanäle für die Fasern des Elements einerseits und die Drähte des Kabels andererseits bildet.

0025461

1/1

Fig. 1

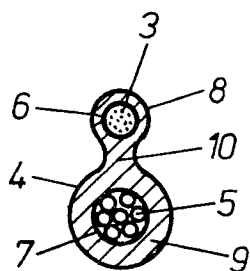
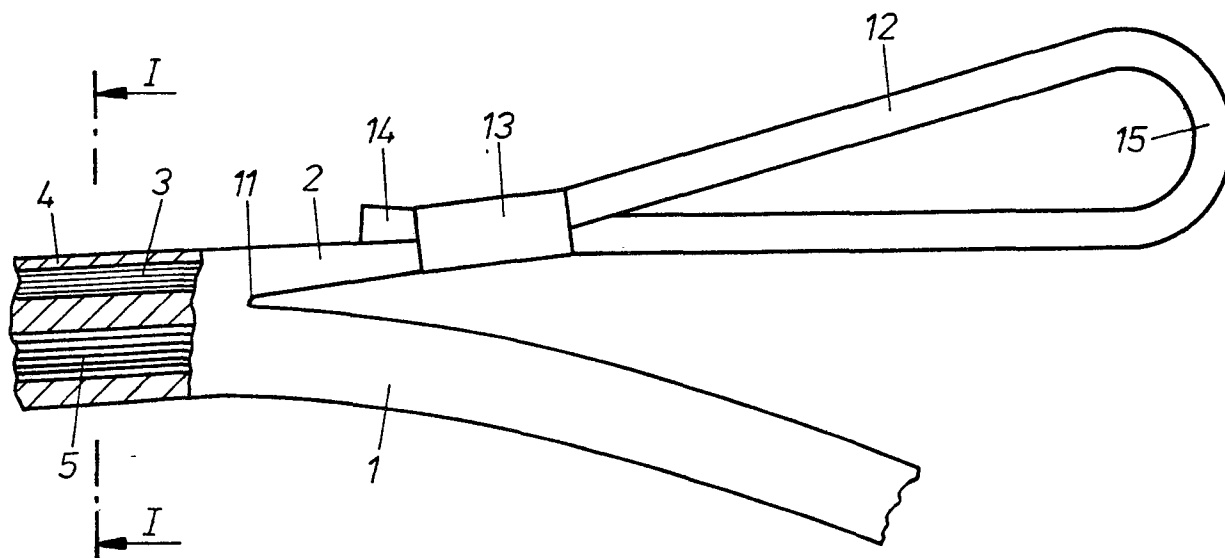


Fig. 2

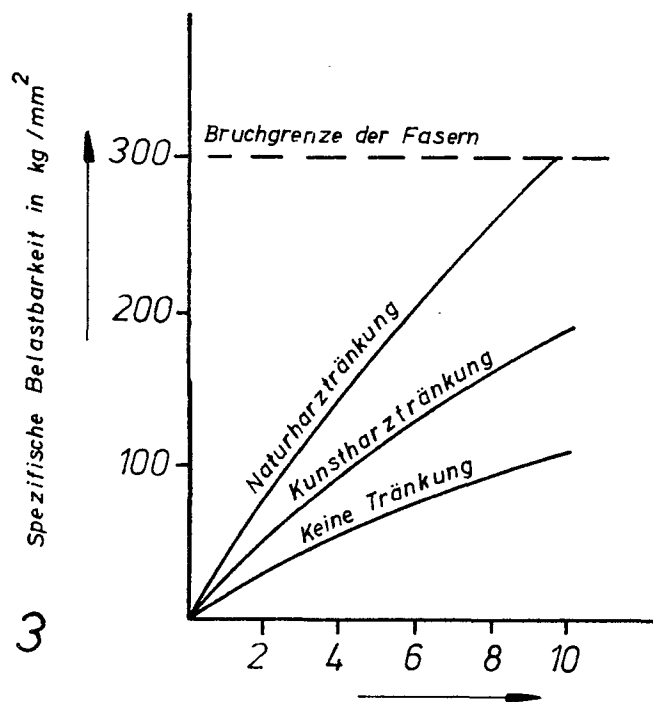


Fig. 3

Klemmhülslenlänge
Faserbündeldurchmesser

Der Vertreter!
PATENTANWALT
DIPL. ING. W. STEUDTNER

W. Steudtner



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0025461
Nummer der Anmeldung

EP 79 10 4839

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>DE - A - 2 436 356</u> (CORDES EUROPE) * Seiten 1-7, 14-23 *	1, 2, 5-8, 12	D 07 B 1/02 H 01 B 7/18 D 06 M 15/18
	--		
	<u>DE - C - 2 433 099</u> (FELTEN & GUIL- LEAUME)	1, 5-10, 12, 13	
	* Ansprüche 1-7, 17, 19-21; Spalte 4, Zeilen 33-57 *		
	--		
	<u>US - A - 4 095 404</u> (BABAYAN)	1, 5-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
	* Zusammenfassung *		
	--		
	<u>GB - A - 454 240</u> (IMPERIAL CHEMI- CAL)	1, 3, 4	D 07 B D 02 G D 06 M H 01 B
	* Ansprüche *		
	--		
A	<u>US - A - 3 911 785</u> (HOOD)	1, 5-8	
	* Spalte 1, Zeilen 26-46; Spalte 2, Zeilen 11-68; Spalte 3, Zeilen 1-17, 60-67; Spalte 4, Zeilen 50-60; Spalte 10, Zeilen 35-50 *		
	--		
A	<u>US - A - 3 973 385</u> (ROE)	1, 5-8	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
	* Spalte 1, Zeilen 25-48 *		X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patent- familie, übereinstimmendes Dokument
	--		
A	RESEARCH DISCLOSURE, Band 123, Juli 1974, Seite 14 "Resin-impregnated strands" * Insgesamt *	1, 5-8	
	--		
	/ .		
☒ Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenor.	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	10.10.1980	D'HULSTER	



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	<u>GB - A - 2 001 796</u> (L.M. ERICSSON) * Anspruch 1 * --	13	
A	<u>US - A - 2 775 860</u> (MORRISON) * Spalte 5, Zeilen 4-70 * ----	1,3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)