

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer: **0 363 779 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 89118239.6

61

Int. Cl.⁵: **E04C 5/12 , E04C 5/07**

22

Anmeldetag: 02.10.89

30

Priorität: 08.10.88 DE 3834266

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.04.90 Patentblatt 90/16

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI

71

Anmelder: **Dyckerhoff & Widmann
Aktiengesellschaft
Erdinger Landstrasse 1
D-8000 München 81(DE)**

72

Erfinder: **Die Erfinder haben auf ihre
Nennung verzichtet**

74

Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. F.W. Möll
Dipl.-Ing. H.Ch. Bitterlich
Langstrasse 5 Postfach 2080
D-6740 Landau/Pfalz(DE)**

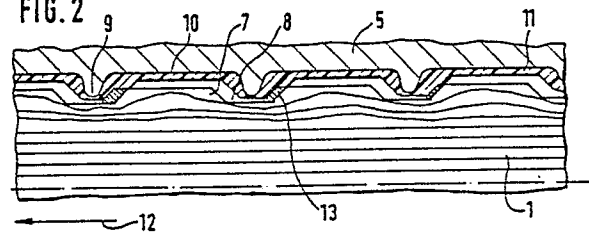
54

Vorrichtung zur Verankerung eines stabförmigen Zugglieds aus Faserverbundwerkstoff.

57

Ein als Ankerelement im Grund- oder Bergbau geeignetes stabförmiges Zugglied (1) aus Faserverbundwerkstoff ist an den zur Verankerung vorgesehenen Stellen mit entlang einer Schraubenlinie verlaufenden durchgehenden und ein Gewinde bildenden Profilierungen aus Rippen (7) und Vertiefungen (8) versehen. Zur Verankerung ist auf dieses Gewinde eine mit einem entsprechenden Gewinde versehene Verankerungsmutter (5) aufgeschraubt. Zwischen dem Zugglied (1) und der Verankerungsmutter (5) ist eine Zwischenschicht (11) aus einem Material vorgesehen, das bei Überbeanspruchung große Verformungen bei geringer Spannungszunahme ermöglicht. Zwischen den miteinander im Eingriff befindlichen Gewinden befindet sich so eine Plastifizierungszone, deren Festigkeit geringer ist als die des Faserverbundwerkstoffes auf Querdruck, so daß unter Belastung ab einer bestimmten Spannung Spannungsspitzen im Faserverbundwerkstoff dadurch vermieden werden, daß das Material der Zwischenschicht (11) ins Fließen gerät.

FIG. 2



EP 0 363 779 A1

Vorrichtung zur Verankerung eines stabförmigen Zugglieds aus Faserverbundwerkstoff

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Verankerung eines stabförmigen Zugglieds aus Faserverbundwerkstoff zur Verwendung als Anker-element im Grund- oder Bergbau, als Bewehrungselement für Beton, insbesondere Spannbeton oder dergleichen.

Für Bauaufgaben des Ingenieurbaus werden in der letzten Zeit in zunehmendem Maße anstelle von Zuggliedern aus Stahl auch solche aus hochfesten Faserverbundwerkstoffen verwendet. Zugglieder aus Faserverbundwerkstoffen, wie z.B. Polyamid-, Aramid-, Glas- oder Karbonfasern, haben bei vergleichbarer Zugfestigkeit gegenüber Stahl ein geringeres spezifisches Gewicht, vor allem aber eine höhere Korrosionsbeständigkeit. Solche Zugglieder könnten also mit Rücksicht auf diese Eigenschaften mit Vorteil als Anker-elemente im Grund- und Bergbau eingesetzt werden, wo oft aggressive Wässer auftreten, die für Zugglieder aus Stahl eine Korrosionsgefahr bedeuten.

Zugglieder aus Faserverbundwerkstoffen verhalten sich bei Belastung im Gebrauchszustand auch ähnlich wie solche aus Stahl, d.h. sie haben eine im wesentlichen linear verlaufende Spannungsdehnungslinie. Im Gegensatz zu Zuggliedern aus Stahl haben sie aber keine Streckgrenze; sie brechen vielmehr bei Erreichen ihrer Zugfestigkeit ohne vorhergehende plastische Verformung. Diese Eigenschaft und die im Gegensatz zu ihrer Festigkeit in Faserlängsrichtung nur sehr geringe Querdrukfestigkeit verhindern, daß die sonst im Bauwesen bekannten und bewährten Verankerungsvorrichtungen unmittelbar übernommen werden können.

Im Bereich von Verankerungsvorrichtungen kommt ein weiteres Problem hinzu. Je größer die Länge der Strecke wird, die zur Kraftübertragung zwischen einem Zugglied und einem Verankerungselement, z.B. einer Verankerungsmutter erforderlich ist, um so mehr besteht die Gefahr, daß die Verformungen im Zugglied und in dem Verankerungselement nicht miteinander in Einklang stehen, ja sogar einander entgegengerichtet sind. So erleidet eine auf eine Ankerplatte abgestützte Verankerungsmutter Druckspannungen, wird also gestaucht, während das dazugehörige Zugglied Zugspannungen erfährt, also gedehnt wird. Bei Muffenverbindungen von Zuggliedern wird die Verbindungsmuffe zwar ebenfalls gedehnt, jedoch stimmen die Dehnungen von Zugglied und Muffe schon wegen ihrer unterschiedlichen Querschnittsfläche nicht überein; zumindest sind sie ungleichmäßig über die Länge der Muffenverbindung verteilt.

Bei metallischen Werkstoffen, wie z.B. Stahl,

wird dieses Problem meist durch plastische Verformungen des Werkstoffes selbst gelöst, der die Eigenschaft hat, Belastungsspitzen durch Fließen abzubauen. Bei nichtmetallischen Werkstoffen treten diese Probleme aber offen zu Tage. Dazu kommt, daß bei Zuggliedern aus Faserverbundwerkstoffen einerseits bei gleicher Zugspannung etwa die vierfachen Dehnungen wie bei Stahl auftreten, andererseits aber auch wegen der geringen laminaren Scherfestigkeit und hohen Querdrukempfindlichkeit sehr lange Strecken für die gegenseitige Kraftübertragung erforderlich werden.

Versuche zum Einsatz von Stäben aus Faserverbundwerkstoffen als Spannglieder im Spannbetonbau haben deshalb meist zu Verankerungen durch infolge von Klemmkraften erzielten Reibungsschluß oder durch Verkleben geführt. Eine Verankerung allein durch Reibungsschluß ist aber nicht nur aufwendig, weil es zu ihrem Wirksamwerden der Erzeugung von Klemmkraften bedarf; sie ist auch problematisch, weil die Zuverlässigkeit einer solchen Verankerung auf lange Dauer davon abhängt, daß die verwendeten Materialien, insbesondere für den Klemmkörper, ihre Eigenschaften auf lange Zeit beibehalten. Dies kann, vor allem wenn man ein alterungsbedingtes Kriechen berücksichtigt, nicht mit Sicherheit garantiert werden. Eine Verankerung durch Verkleben hat den Nachteil, daß zur Herstellung von Verankerungen an gezielten Stellen des Zugglieds mehr oder weniger aufwendige Vorkehrungen getroffen werden müssen, die einen jeweils vor Ort zu erbringenden, nicht unbeachtlichen Aufwand erfordern.

Um Stäbe aus Faserverbundwerkstoffen - Betonbewehrungsstäben vergleichbar - zur Armierung von Beton einsetzen zu können, ist es bekannt, einen solchen Stab auf seiner Oberfläche mit einer Profilierung zur Verbesserung des Verbundes im Beton zu versehen, die auch aus einer Rippen bzw. Rippen bildenden spiralförmigen Umwicklung bestehen kann (DE-U 19 36 078). Eine punktuelle Verankerung durch Verankerungskörper ist in diesem Zusammenhang nicht erwähnt; sie würde zu den oben beschriebenen Problemen führen.

Schließlich ist es auch bekannt, ein stabförmiges Zugglied aus hochfesten, unidirektionalen Fasern scherfest mit einer Ummantelung aus einem Material zu versehen, dessen Dehnfähigkeit größer ist als diejenige der Fasern und das bei Überbeanspruchung plastisch verformbar ist (DE 37 03 974A1). Dabei ist es auch möglich, dieser Ummantelung an ihrer Oberfläche eine Profilierung zu geben, die zum formschlüssigen Eingriff mit einer entsprechenden Profilierung, z.B. ein Grobgewinde, tragenden Verankerungs- oder Verbindungskörpern

geeignet ist. Diese Ummantelung hat zwar die Wirkung, daß in einem Verankerungsbereich zwischen dem Zugglied und einem Verankerungskörper ein Verformungsausgleich eintreten kann, bei dem Belastungsspitzen durch Plastifizierung abgebaut werden. Die Verankerungskraft muß aber in jedem Fall durch Haftverbund zwischen dem Zugglied und der Beschichtung übertragen werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu schaffen, um auch bei einem Zugglied aus Faserverbundwerkstoffen im Verankerungsbereich, ähnlich wie bei einem Gewindebolzen mit Mutter, die Verankerungskraft durch unmittelbaren Form- und Reibschluß im Gewinde übertragen zu können, ohne daß unzulässig hohe Spannungen im Zugglied entstehen.

Nach der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß auf das zumindest an den zur Verankerung vorgesehenen Stellen mit entlang einer Schraubenlinie verlaufenden, durchgehenden und ein Gewinde bildenden Profilierungen versehen Zugglied ein mit einem entsprechenden Gewinde versehenes Verankerungselement aufgeschraubt ist und daß zwischen dem Zugglied und dem Verankerungselement eine Zwischenschicht aus einem Material vorgesehen ist, das bei Überbeanspruchung große Verformungen bei geringer Spannungszunahme ermöglicht.

Das die Zwischenschicht bildende Material kann auf die Innenfläche des Verankerungselements aufgebracht oder auch nachträglich in den Zwischenraum zwischen dem Zugglied und dem Verankerungselement eingebracht sein und diesen Zwischenraum vollständig ausfüllen.

Die Erfindung basiert auf der Überlegung, daß das stabförmige Zugglied aus Faserverbundwerkstoff selbst mit einer ein Gewinde bildenden Profilierung versehen ist, also Profilierungen aufweist, die mit entsprechenden Profilierungen eines Verankerungskörpers form- und reibschlüssig zusammenwirken. Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, zwischen dem Zugglied und dem Verankerungskörper, besser gesagt zwischen den miteinander in Eingriff befindlichen Profilierungen dieser beiden Elemente eine Pufferschicht als Plastifizierungszone vorzusehen. Die Eigenschaften dieser Pufferschicht müssen so sein, daß ihre Festigkeit geringer ist als die Festigkeit des Faserverbundwerkstoffes auf Querdruck und daß unter Belastung ab einer bestimmten Druckspannung große Verformungen bei geringer Spannungszunahme möglich sind. Solche Eigenschaften erfüllen vielfach Kunststoffe; die Zwischenschicht besteht deshalb zweckmäßig aus Kunststoff, z.B. aus einem Thermoplast wie Polyäthylen, einem Duroplast wie Epoxidharz oder dergleichen. Die Zwischenschicht kann auch aus einem nachquellenden Material bestehen, das einen Querdruck auf das Zugglied ausübt.

Zweckmäßig bilden die Profilierungen des Zuggliedes ein unsymmetrisches Trapezgewinde, bei dem die Gewinderippen breiter sind als die Gewindekehlen.

Bei einem solchen Aufbau des Verankerungsbereiches wird eine Verankerungskraft beispielsweise von einer Mutter aus Stahl über die Pufferschicht und das Kunstharz des Zuggliedes auf die Fasern übertragen; damit ist eine ausreichende Kette an Dämpfungselementen vorhanden. Es braucht auch die Verankerungsmutter nicht aus Stahl zu bestehen; sie kann beispielsweise auch aus einem entsprechend bewehrten Thermoplast gefertigt sein.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 als Anwendungsbeispiel der Erfindung eine Verankerungsvorrichtung für einen Felsanker im Längsschnitt,

Fig. 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus einem Längsschnitt durch den Bereich der Kraftübertragung zwischen dem Ankerstab und der Verankerungsmutter und

Fig. 3 eine der Fig. 2 entsprechende Darstellung einer anderen Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch den Verankerungsbereich eines Felsankers mit einem Ankerstab 1, der in ein Bohrloch 2 eingesetzt ist. Der Ankerstab 1 besteht aus einem Faserverbundwerkstoff entsprechender Festigkeit; er ist an seiner Oberfläche mit einer Profilierung versehen, die ein Gewinde 3 bildet. Am luftseitigen Ende des Bohrloches 2 ist zur Sicherung der Ausbruchfläche 4 eine Verankerungsvorrichtung angeordnet. Als Verankerungsvorrichtung ist eine Mutter 5 vorgesehen, die sich gegen eine Ankerplatte 6 abstützt, die ihrerseits an der Ausbruchfläche 4 anliegt. Diese Darstellung ist nur beispielhaft zu verstehen; die Erfindung kann selbstverständlich auch bei anderen Verankerungen wie auch bei Verbindungen von in entsprechender Weise ausgebildeten Stäben aus Faserverbundwerkstoffen eingesetzt werden.

Fig. 2, die nur in einem kleinen Ausschnitt im Längsschnitt den Kraftübertragungsbereich zwischen dem Ankerstab 1 und der Verankerungsmutter 5 zeigt, läßt das an der Oberfläche des Stabes 1 angeordnete Gewinde 3 aus im Querschnitt trapezförmigen Rippen 7 und Vertiefungen 8 erkennen. Dabei sind die Rippen 7 breiter als die Vertiefungen 8, um eine ordnungsgemäße Übertragung der Scherkräfte gewährleisten zu können. Das Gewinde 3 kann beispielsweise dadurch erzeugt werden, daß auf den Stab 1 während des Erhärtens des die unidirektionalen Fasern einhüllenden und miteinander verklebenden Kunstharzes von außen in radialer Richtung ein Verformungsdruck aufgebaut wird, durch den die Vertiefungen 8 als Einprägungen erzeugt werden. Die Fasern werden da-

durch nicht zerschnitten, sondern - wie in Fig. 2 angedeutet - nur in ihrem Verlauf etwas umgelenkt.

Die auf den Ankerstab 1 aufgeschraubte Verankerungsmutter 5 ist an ihrer Innenfläche mit einer entsprechenden Profilierung aus Rippen 9 und Vertiefungen 10 versehen. Die Innenfläche der Verankerungsmutter 5 ist mit einer Beschichtung 11 aus Kunststoff überzogen, die der vorgegebenen Profilierung folgt und ihrerseits ein Gewinde bildet, das in Form und Größe demjenigen des Ankerstabes 1 entspricht, so daß die Verankerungsmutter 5 auf den Ankerstab 1 aufgeschraubt werden kann.

Wenn nun auf den Ankerstab 1 in Richtung des Pfeils 12 eine Zugkraft ausgeübt wird, während sich die Verankerungsmutter 5 gegenüber der Ankerplatte 6 abstützt, kann sich das Material der Beschichtung 11, das eine größere Dehnfähigkeit aufweist als das Material des Ankerstabes 1, örtlich auftretenden Spannungsspitzen durch plastische Verformung entziehen. Diese Verformungen sind durch schraffierte Bereiche 13 angedeutet; sie sind infolge der Dehnung des Ankerstabes 1 in dem der Abstützung zugewandten Bereich der Verankerungsmutter 5 größer und verringern sich zu dem der Abstützung abgewandten Bereich.

Der in Fig. 3 ebenfalls in einem Längsschnitt dargestellte Ankerstab 1 besitzt wiederum Rippen 7 und Vertiefungen 8, die ein Gewinde bilden. Auch die Verankerungsmutter 5' besitzt ein entsprechendes Gewinde aus Rippen 14 und dazwischenliegenden Vertiefungen 15. In diesem Beispiel ist in den Zwischenraum zwischen dem Ankerstab 1 und der Verankerungsmutter 5', der das zum Aufschrauben erforderliche Spiel aufweisen muß, ein Material 16 eingebracht, z.B. injiziert, das den Zwischenraum vollständig ausfüllt und so eine Zwischenschicht 16 bildet. Beim Aufbringen einer Zugkraft auf den Ankerstab 1 in Richtung des Pfeils 12 bei gleichzeitiger Abstützung der Verankerungsmutter 5' wird auch hier wieder eine in Krafrichtung zunehmende Verformung der Zwischenschicht 16 eintreten, was bei 13 anzudeuten versucht wurde.

Als besonders vorteilhaft für das Material der Zwischenschicht 11 bzw. 16 sind stark nachquellende Materialien anzusehen, die zusätzlich einen Querdruck auf den Ankerstab 1 ausüben. Dadurch wird die interlaminaire Schubfestigkeit erhöht, wodurch unter Umständen die Verankerungslänge reduziert werden kann.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Verankerung eines stabförmigen Zugglieds aus Faserverbundwerkstoff zur Verwendung als Ankerelement im Grund- oder Bergbau, als Bewehrungselement für Beton, insbe-

sondere Spannbeton oder dergleichen, dadurch gekennzeichnet, daß auf das zumindest an den zur Verankerung vorgesehenen Stellen mit entlang einer Schraubenlinie verlaufenden, durchgehenden und ein Gewinde bildenden Profilierungen versehenes Zugglied (1) ein mit einem entsprechenden Gewinde versehenes Verankerungselement (5, 5') aufgeschraubt ist und daß zwischen dem Zugglied (1) und dem Verankerungselement (5, 5') eine Zwischenschicht (12, 16) aus einem Material vorgesehen ist, das bei Überbeanspruchung große Verformungen bei geringer Spannungszunahme ermöglicht.

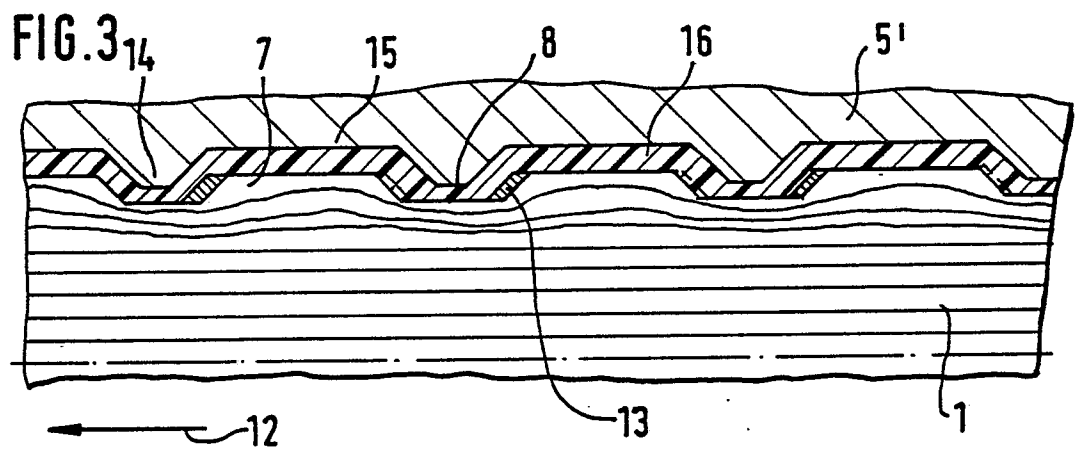
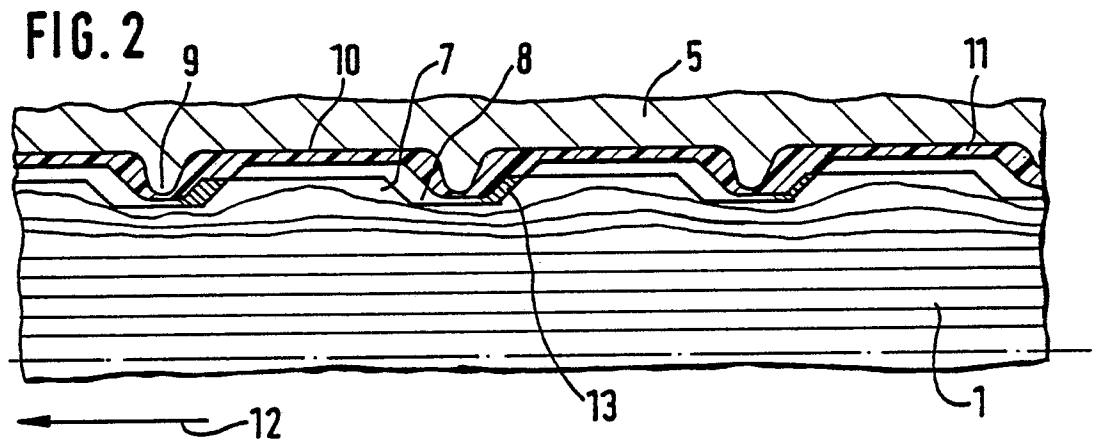
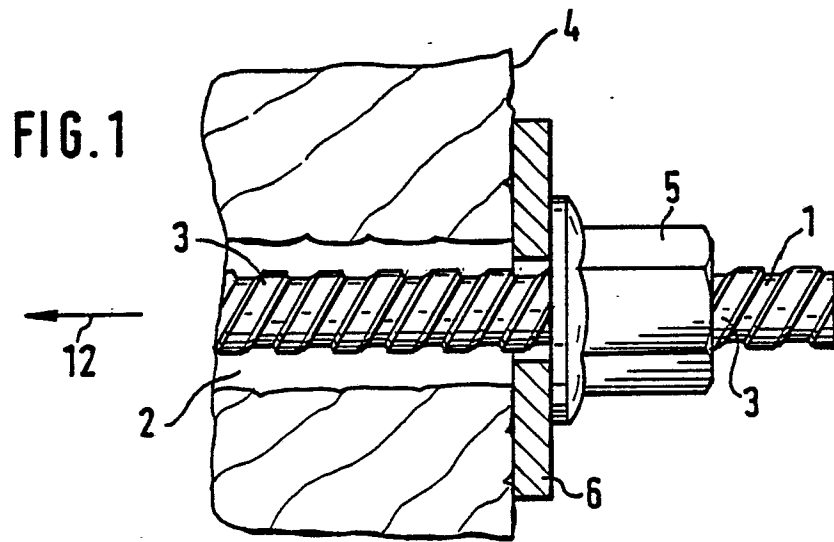
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Zwischenschicht (11) bildende Material auf die Innenfläche des Verankerungselements (5) aufgebracht ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das die Zwischenschicht (16) bildende Material nachträglich in den Zwischenraum zwischen dem Zugglied (1) und dem Verankerungselement (5') eingebracht ist und diesen Zwischenraum vollständig ausfüllt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (11, 16) aus einem Kunststoff, z.B. einem Thermoplast, einem Duroplast oder dergleichen besteht.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenschicht (16) aus einem nachquellenden Material besteht, das einen Querdruck auf das Zugglied (1) ausübt.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilierungen des Zuggliedes (1) ein unsymmetrisches Trapezgewinde bilden, bei dem die Gewinderippen (7) breiter sind als die Gewindekehlen (8).





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y,D	DE-A-1 936 078 (KARNER) * Ansprüche 1,3; Figuren 4,7,8,9 * ---	1	E 04 C 5/12 E 04 C 5/07
Y	DE-A-2 020 417 (KUSKE) * Seite 4, Absätze 3,4; Seite 5, Absätze 1,3; Seite 6, Anspruch 1; Figuren 1-3 * ---	1	
A	US-A-3 488 903 (WHITTAKER) * Spalte 2, Zeilen 36-56; Figuren 1-5 * ---	2	
A	EP-A-0 098 927 (RESTRA) * Seite 21, Zeilen 26-35; Seite 23, Zeilen 7-34; Seite 24, Zeilen 1-8,17-32; Figuren 5,6,7,12 * ---	1,3,4,5	
A	CH-A- 654 057 (WEIDMANN) * Ansprüche 1,6; Seite 2, Spalte 2, Zeilen 27-31,49-68; Seite 3, Spalte 1, Zeilen 1-21; Figuren 1,3 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 04 C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 08-01-1990	Prüfer HENDRICKX X.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			