

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 183/2007**

(22) Anmeldetag: **05.02.2007**

(43) Veröffentlicht am: **15.07.2008**

(51) Int. Cl.⁸: **E04C 5/01** (2006.01),
E04C 5/07 (2006.01),
C04B 20/00 (2006.01),
C04B 35/76 (2006.01),
C04B 35/80 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

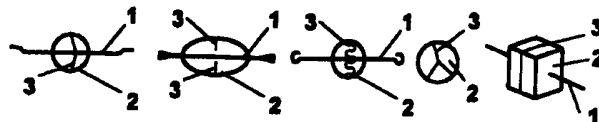
BURTSCHER STEFAN LOTHAR
A-1070 WIEN (AT)

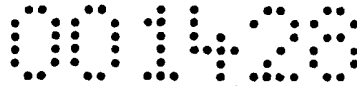
(72) Erfinder:

BURTSCHER STEFAN LOTHAR
WIEN (AT)

(54) **SCHEIBENFÖRMIGE KÖRPER FÜR FASERN**

(57) Körper (2) für zu verstärkende, spröde Materialien, die beim Mischen zugegeben werden und dabei einzeln sind und/oder auf Fasern (1) oder Faserbündeln (1) angeordnet sein können oder die auf Bewehrungsstäben (1) angeordnet sein können, die in die Schalung eingelegt werden. Die Körper (2) können kugelig, eiförmig oder prismatisch sein und in ihrem Inneren mindestens eine vordefinierte Ebene (3) mit geringerer Zugfestigkeit als das zu verstärkende, spröde Material aufweisen, oder die Körper (2) sind scheibenförmig oder linsenförmig und weisen eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Verbundfestigkeit mit dem zu verstärkenden, spröden Material auf als die Zugfestigkeit des zu verstärkenden, spröden Materials. Mit den Körpern (2) ist es möglich eine geringere Mindestbewehrung, ein duktileres Verhalten, eine höhere Nachrisszugfestigkeit, sowie eine geringere Streuung der Nachrisszugfestigkeit zu erreichen. Zur weiteren Verbesserung des Materialverhaltens kann die Bewehrung (1) mit geeigneten Verankerungen und Überzügen (5) versehen werden.

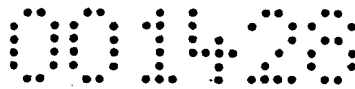




Zusammenfassung:

Körper (2) für zu verstärkende, spröde Materialien, die beim Mischen zugegeben werden und dabei einzeln sind und/oder auf Fasern (1) oder Faserbündeln (1) angeordnet sein können oder die auf Bewehrungsstäben (1) angeordnet sein können, die in die Schalung eingelegt werden. Die Körper (2) können kugelig, eiförmig oder prismatisch sein und in ihrem Inneren mindestens eine vordefinierte Ebene (3) mit geringerer Zugfestigkeit als das zu verstärkende, spröde Material aufweisen, oder die Körper (2) sind scheibenförmig oder linsenförmig und weisen eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Verbundfestigkeit mit dem zu verstärkenden, spröden Material auf als die Zugfestigkeit des zu verstärkenden, spröden Materials. Mit den Körpern (2) ist es möglich eine geringere Mindestbewehrung, ein duktileres Verhalten, eine höhere Nachrißzugfestigkeit, sowie eine geringere Streuung der Nachrißzugfestigkeit zu erreichen. Zur weiteren Verbesserung des Materialverhaltens kann die Bewehrung (1) mit geeigneten Verankerungen und Überzügen (5) versehen werden.

(Fz. 1)



Körper für die Erhöhung der Duktilität bzw. Verringerung der Bewehrung von bewehrten spröden Materialien

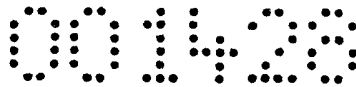
Diese Erfindung betrifft Körper für zu verstärkende, spröde Materialien, wie beispielsweise Beton, Mörtel, Verputz, Polymerbeton, Kunststein, spröde Kunststoffe, die beim Mischen zugegeben werden und dabei einzeln sind und/oder auf Fasern oder Faserbündeln angeordnet sein können oder die auf Bewehrungsstäben angeordnet sein können, die in die Schalung eingelegt werden. Die erfindungsgemäßen Körper ermöglichen mit einer geringeren Bewehrungsmenge die Mindestbewehrung einzuhalten, ein duktileres Verhalten und/oder beim Einsatz mit Fasern eine höhere Nachrisszugfestigkeit, sowie eine geringere Streuung der Nachrisszugfestigkeit zu erreichen.

Wird ein sprödes Material auf Zug belastet und wird keine Bewehrung angeordnet, bricht es an seiner schwächsten Stelle. Handelt es sich um Materialien die aus mehreren Komponenten, wie beispielsweise Zuschlag und Bindemittel bestehen, wird ein Riss in der schwächsten Komponente oder in der Verbindungsebene zwischen zwei Komponenten initiiert und dieser breitet sich dann weiter aus. Das Verhalten bei Zugbeanspruchung ist charakterisiert durch Lokalisation von Dehnungen, die wenige aber dafür große Risse erzeugen und somit ein sprödes Materialverhalten aufweisen.

Um dieses spröde Verhalten in ein duktileres Verhalten überzuführen, wird eine stab- und/oder faserartige Bewehrung angeordnet. Stabartige Bewehrung wird zweckmäßigerweise in der benötigten Wirkungsrichtung eingelegt. Solche Bewehrungen können beispielsweise Stäbe, Litzen, lange Fasern oder lange Drähte sein. Lange Fasern oder Drähte weisen im Vergleich zu Stäben eine geringe Biegesteifigkeit auf. Sie wirken in Längsrichtung jedoch gleich wie biegesteifere Stäbe und werden deshalb zur stabartigen Bewehrung gezählt. Stabartige Bewehrung kann auch in Form eines Geleges, Gewebes oder Gitters eingesetzt werden. Faserartige Bewehrungen sind in den größten Abmessungen viel kürzer als die Bauteilabmessungen. Sie können beim Mischen zugegeben werden und sind dann im zu verstärkenden, spröden Material zufällig verteilt. Faserartige Bewehrungen sind oftmals Drähte, kurze Fasern oder kurze Faserbündel. Die faserartigen Bewehrungen werden nachfolgend Fasern, die stabartigen Bewehrungen Bewehrungsstäbe und der Sammelbegriff für Fasern und Bewehrungsstäbe wird mit Bewehrung bezeichnet. Materialien für Bewehrungen können beispielsweise Stahl, Faserverbundwerkstoffe, Kohlenstofffasern, Glasfasern, Basaltfasern, Aramidfasern, Kokosfasern, Sisalfasern, Kunststoffe wie Polypropylen und Polyethylen sein. Generell sind alle Materialien und Kombinationen von Materialien für die Bewehrung möglich, die eine Zugfestigkeit aufweisen.

Das Verhalten und die Bestimmung der Mindestbewehrung von spröden Materialien die mit einer Bewehrung verstärkt bzw. bewehrt werden, ist nachfolgend für das spröde Material Beton erläutert. Die Erläuterungen gelten in analoger Weise auch für andere spröde Materialien.

Wird ein Bauteil aus einem spröden Material, beispielsweise Beton, ohne Bewehrung auf Zug belastet, so verhält sich dieses elastisch bis die Betonzugfestigkeit erreicht wird, ein Riß entsteht und sprödes Versagen eintritt. Ist im Riß eine Bewehrung vorhanden, dann wird nach dem Reißen die Kraft, die vorher von Beton übertragen wurde, nun von der Bewehrung übernommen. Kann die durch das Reißen des Betons freigewordene Kraft zur Gänze von der Bewehrung aufgenommen werden, ist mindestens die so genannte "Mindestbewehrung" vorhanden. Im Bauteil entstehen dann bei Laststeigerung in benachbarten Querschnitten weitere Risse und das Bauteil kündigt sein Versagen frühzeitig durch mehrere Risse und eine



sichtbare Durchbiegung an. Man spricht von einem duktilen Bauteil. Ist weniger Bewehrung als die Mindestbewehrung vorhanden, dann kann die im Riss freigewordene Kraft nicht zur Gänze von der Bewehrung aufgenommen werden. Die Querschnittstragfähigkeit vor dem Reißen war größer als die Querschnittstragfähigkeit nach dem Reißen. Im Falle einer kontinuierlich steigenden Last würde das Bauteil trotz Bewehrung spröde versagen. Wird die Belastung als Verformung aufgebracht oder lagern sich im Moment des Reißens die Kräfte auf einen anderen Querschnitt um, dann wirkt die Bewehrung lediglich als "Rissbremse" in diesem einen Riß. Sie ist aber nicht im Stande in benachbarten Querschnitten weitere Risse zu erzeugen. Man spricht von einem Versagen ohne Ankündigung bzw. einem spröden Versagen.

Bei Bauteilen im Betonbau muß nach den derzeit gültigen Normen für tragende Bauteile immer eine Mindestbewehrung eingelegt werden, die sicherstellt, daß bei Überbeanspruchung kein plötzliches Versagen eintritt, sondern das Versagen durch Risse und/oder große Verformungen angekündigt wird. Die Dimensionierung dieser Bewehrung erfolgt so, daß die Zugkraft die im Beton beim Reißen frei wird, von der Bewehrung aufgenommen werden muß. Die Menge an notwendiger Mindestbewehrung ist somit von der Zugfestigkeit des Betons abhängig. Je höher die Zugfestigkeit ist, umso größer ist die Menge an notwendiger Mindestbewehrung zur Vermeidung von Spröddrücken. In vielen Bauteilen mit Bewehrungsstahl ist es notwendig eine größere Menge Bewehrung für die Erfüllung der Kriterien für die Mindestbewehrung einzulegen als dies statisch erforderlich wäre. Die Bewehrung wird daher im Bauwerk nicht ausgenutzt, was zu einem weniger wirtschaftlichen Bauteil führt. Wird dem Beton als Bewehrung Fasern zugegeben, wird dieser Baustoff als Faserbeton bezeichnet. Die übertragbare Zugkraft im Riss wird bei Faserbeton als Nachrißzugfestigkeit bezeichnet. Bei üblichen Faserbetonen mit 20 bis 40 kg/m³ Drahtfasern ist die Nachrißzugfestigkeit im Vergleich zur Zugfestigkeit des Betons gering. Die vorhandene Bewehrung ist geringer als die Mindestbewehrung. Die Duktilität von herkömmlichem Faserbeton ist fraglich und die Rissbreitenbeschränkung ist mit Faserbeton alleine nicht möglich. Für einen duktilen Faserbeton dessen Bewehrungsmenge größer als die Mindestbewehrung ist, sind bei Beton mit einer Würfeldruckfestigkeit von ca. 30 N/mm² mindestens 80 kg/m³ Drahtfasern notwendig.

In DE 3146261 wird ein faserförmiger Zuschlag für Beton oder Mörtel offenbart. Der faserförmige Zuschlag besteht aus einer Faser oder einem Faserbündel, das mindestens einen Körper trägt, dessen Durchmesser größer als die Dicke der Faser ist. Als Vorteile wird angegeben, daß sich durch den Körper der faserförmige Zuschlag besser verteilt, eine geringere Faserdicke möglich ist, der Zuschlag leicht sein kann und durch eine verankernde Wirkung der Fasern im Beton nicht aufschwimmt. Herkömmlicher Faserbeton wird mit Fasern ohne Körper hergestellt. Eine gleichmäßige Verteilung im Beton wird ohne zusätzliche Hilfsmittel erreicht und ein Körper auf jeder Faser ist nicht notwendig. Bei dünnen Fasern besteht die Gefahr, daß diese Abbrechen oder sich aneinanderlegen. Mit einem mittig angeordneten Körper kann die freie Faserlänge stark verkürzt werden und die Gefahr des Abbrechens oder Aneinanderlegens verringert werden. Der Körper muß zu diesem Zweck jedoch eine ausreichende Ausdehnung entlang der Faserachse aufweisen. Es wurden kugelige, würfelige, prismatische und tropfenförmige Körper mit großer Längenausdehnung entlang der Faserachse vorgestellt. Der Nachteil ist, daß die Zugkraft auch normal auf die Faserachse wirken kann, der Körper auf der Faser dann eine Sollbruchstelle erzeugt und keine Faser den Riss kreuzt bzw. kreuzen kann. Bei einer zufälligen Verteilung ist der Anteil von Fasern die normal oder annähernd normal auf die Zugkraft liegen sehr hoch. Auch die in Krafrichtung liegenden Fasern werden daher eher nicht aktiviert und ein sprödes Versagen ohne duktilen Verhalten ist die Folge. Die Erfindung zeigt auch Fasern mit scheibenförmigen Elementen



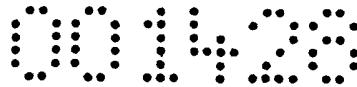
auf, deren Faserachse bzw. Faserachsen in der Scheibenebene liegen. Das scheibenförmige Element weist in dieser Ausformung keine mechanischen Vorteile bei einer Zugkraft in Faserrichtung auf, sondern ermöglicht lediglich eine kürzere freie Faserlänge. Wirkt die Zugkraft normal auf die Scheibenebene ist dies besonders nachteilig, da die Scheibe eine Schwachstelle bildet die zu Rissen führt, jedoch keine Faser diesen Riss kreuzt bzw. kreuzen kann. Wird der kugelige, längliche oder ovale Körper ausgeführt, dann müssen die Fasern zumindest in den drei Raumachsen den Körper durchkreuzen, damit nicht wie bei der Scheibe eine Schwachstelle generiert wird, in der keine Faser wirken kann. Die maschinelle Herstellung eines faserförmigen Zuschlags mit Fasern die den Körper in drei Raumachsen kreuzen, ist sehr aufwändig, teuer und führt zu unwirtschaftlichen Bauteilen. Eine Aktivierung der Fasern zur Erhöhung der Duktilität kann bei dieser Ausführung nicht erreicht werden und wurde auch nicht angedacht. Die beschriebenen Körper weisen keine definierten Ebenen mit geringen Festigkeiten auf. Die Effizienz der einzelnen Faser wird nicht erhöht und ein duktiler Verhalten ist nur bei sehr hohen Fasergehalten möglich.

Aufgabe dieser Erfindung ist es für spröde Materialien wie beispielsweise Beton, Mörtel, Verputz, Polymerbeton, Kunststein, spröden Kunststoff mit einer geringeren Bewehrungsmenge als bei der herkömmlichen Anwendung ein duktiler Materialverhalten bzw. die Mindestbewehrung zu erreichen, die Duktilität nach Auftreten des ersten Risses zu steigern und/oder bei der Anwendung mit Fasern die Nachrisszugfestigkeit zu erhöhen und/oder die Streuung der Nachrisszugfestigkeit zu verringern.

Die Lösung der Aufgabe wird beispielsweise für die Verwendung mit Beton erläutert. Sie gilt jedoch in gleicher Weise für Mörtel, Verputz, Polymerbeton, Kunststein, spröden Kunststoff und ähnliche spröde Materialien, die mit Bewehrungsstäben und/oder Fasern verstärkt bzw. bewehrt sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch Körper gelöst, die kugelig, eiförmig oder prismatisch sind und in ihrem Inneren mindestens eine vordefinierte Ebene mit geringerer Zugfestigkeit als das zu verstärkende, spröde Material aufweisen, oder die Körper scheibenförmig oder linsenförmig sind und eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Verbundfestigkeit mit dem zu verstärkenden, spröden Material aufweisen als die Zugfestigkeit des zu verstärkenden, spröden Materials. Diese Körper können einzeln sein und/oder auf einer Faser angeordnet sein und dem Beton beim Mischen zugegeben werden und/oder auf einem Bewehrungsstab angeordnet sein, der vor dem Betonieren verlegt wird. Dort wo diese Körper angeordnet sind, wird die Zugfestigkeit herabgesetzt und eine Sollbruchstelle erzeugt. Die Sollbruchstelle im oder am Körper entsteht durch Erreichen der geringeren Zugfestigkeit im Körper bzw. einer Ebene im Inneren und/oder durch Erreichen der geringeren Verbundfestigkeit zwischen Körper und dem zu verstärkenden Material. Wird ein scheiben- oder linsenförmiger Körper mit geringerem Elastizitätsmodul als das zu verstärkende Material verwendet, dann entzieht sich der Körper der Kraftaufnahme und erhöht dadurch die Spannungen im umgebenden zu verstärkenden Material, sodaß dort die Festigkeit früher als in Bereichen ohne erfindungsgemäße Körper erreicht wird. Der Beton reißt bei den erfindungsgemäßen Körpern bei einem geringeren Spannungs- bzw. Kraftniveau als der umgebende Beton. Durch das Reißen im erfindungsgemäßen Körper oder an der Oberfläche des erfindungsgemäßen Körpers ist die Zugfestigkeit des Bauteils geringer und es ist mit einer geringeren Bewehrung ein duktiler Verhalten zu erreichen (geringere Mindestbewehrung).

Ein weiterer Vorteil ist, daß die Risse bei den Körpern auftreten und damit der Ort der Risse vordefiniert ist. Dies ist besonders vorteilhaft bei der Anwendung mit Fasern und

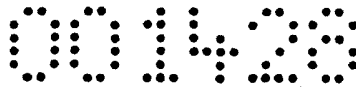


Bewehrungsstäben auf denen vorteilhafterweise mindestens ein erfindungsgemäßer Körper angeordnet ist. Da durch den erfindungsgemäßen Körper erreicht wird, daß die Risse bei den Fasern oder Bewehrungsstäben auftreten und diese den Riss kreuzen, können viele Fasern im Beton aktiviert werden bzw. die Bewehrungsstäbe besser ausgenutzt werden, sodaß ein duktileres bzw. duktileres Verhalten entsteht. Vorteilhaft ist es auch, wenn die Körper auf Fasern oder Bewehrungsstäben angeordnet sind und eine Ebene mit geringer Zugfestigkeit so angeordnet ist, daß sie zirka 90 Grad mit der Längsachse der Bewehrung einschließt. Bei Fasern erweist sich, wegen der zufälligen Verteilung, eine Scheibenform oder Linsenform deren Ebene normal auf die Faser orientiert ist auch als günstig. Liegt die Bewehrungsachse in der Richtung einer wirkenden Zugkraft, wird die größte Fläche mit geringer Zugfestigkeit im Körper aktiviert und weist somit auch die größte Wirksamkeit auf. Es entsteht ein Riss der von der Faser unter 90 Grad gekreuzt wird. Wird der Körper zudem in der Mitte der Faser angeordnet, dann wird die jeweilige Faser optimal aktiviert. Liegt die Faserachse jedoch normal auf eine wirkende Zugkraft, kann sie bei der Lastabtragung nicht beitragen und ist unwirksam. Die Ebene mit geringer Zugfestigkeit im erfindungsgemäßen Körper weist dann die kleinste Fläche in Kraftrichtung auf und reduziert die Festigkeit des Querschnitts in dieser Richtung nur sehr geringfügig. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Risses bei einer unwirksamen Faser ist somit gering. Damit kann erreicht werden, daß vorzugsweise die günstig wirkenden Fasern aktiviert werden. Dies ist ein entscheidender Vorteil, denn bei herkömmlichem Faserbeton treten die Risse an der schwächsten Stelle auf und sind unabhängig vom Ort und der Orientierung der Fasern. Zudem ist die schwächste Stelle oftmals im Verbundbereich zwischen Zementstein und Zuschlag, wo keine Faser den Riss kreuzen kann.

Vorteilhaft ist es bei scheibenförmigen und linsenförmigen Körpern den Rand spitz zulaufen zu lassen, damit im zu verstärkenden, spröden Material eine Art Kerbe vorhanden ist, die bei Belastung eine Spannungsspitze erzeugt und der Riß bei einer noch geringeren Kraft entsteht. Es ist auch vorteilhaft, wenn die Oberfläche der Körper strukturiert ist, damit schräg angreifende Druckkräfte besser in die Körper eingeleitet bzw. durchgeleitet werden können.

Die Faser, die den Riß kreuzt, kann entweder aus dem zu verstärkenden, spröden Material ausgezogen werden oder es kann die Faser durch Erreichen der Zugfestigkeit reißen. Welche Versagensart auftritt ist abhängig von der Oberfläche, dem Querschnitt, der Zugfestigkeit und dem Elastizitätsmodul der Faser, aber auch vom Verbund der Faser mit dem zu verstärkenden, spröden Material. Die Faser wird ausgezogen, wenn die aufnehmbare Zugkraft der Faser größer ist als die Verbundkraft zwischen Faser und dem zu verstärkenden, spröden Material. Dies ist bei herkömmlichen Drahtfasern mit und ohne Endhaken und Beton bis zu einer Würfeldruckfestigkeit von ca. 80 N/mm² der Fall. Bei Beton mit hoher Druckfestigkeit, bei ultrahochfestem Beton und bei den meisten Kunststoffen ist die Verbundwirkung sehr gut und somit die Verbundkraft erhöht. Bei Fasern mit rauher Oberfläche, wie beispielsweise gefrästen Stahlfasern, oder bei Fasern mit Verankerungen wie Plättchen oder konischen Aufweitungen an oder nahe den Faserenden wird die Verbundkraft ebenfalls erhöht. Je dünner die Faser ist um so höher ist die Verbundkraft im Verhältnis zur aufnehmbaren Faserzugkraft. Die Verbundkraft kann somit durch geeignete Maßnahmen gesteigert werden bis sie größer als die Faserzugfestigkeit ist und die Faser im Riß des zu verstärkenden Materials durch Erreichen der Zugfestigkeit versagt.

Werden Fasern mit erfindungsgemäßen Körper in zu verstärkenden, spröden Materialien eingesetzt und ist die aufnehmbare Kraft im Riß kleiner als die Kraft vor dem Reißen, dann kann durch die bessere Aktivierung eine Erhöhung des Mittelwerts der Nachrißzugfestigkeit und eine geringere Streuung erreicht werden. Dies führt zu einem höheren Bemessungswert.



In einem solchen Fall kann es auch sein, daß die Betondruckfestigkeit geringer ist als ohne erfindungsgemäße Körper. Dies ist von untergeordneter Bedeutung, da die Betondruckfestigkeit bei Faserbetonbauteilen meist nicht ausgenutzt wird.

Vorteilhaft beim Einsatz der erfindungsgemäßen Körper zusammen mit Fasern ist, wenn die übertragbare Zugkraft nach dem Reißen im Riss größer ist als vorher und dadurch an einem benachbarten Querschnitt ein weiterer Riss entsteht. Dies kann mit Fasern erreicht werden, die aus dem zu verstärkenden, spröden Material ausgezogen werden oder durch Erreichen der Zugfestigkeit reißen. Bei Fasern die ausgezogen werden, verhält sich das Bauteil mit und ohne erfindungsgemäße Körper duktil. Bei Fasern die im Riß reißen weil die Zugfestigkeit erreicht wird und auf denen keine erfindungsgemäßen Körper angeordnet sind, kommt es zu einem spröden Materialversagen. Werden diese Fasern jedoch mit erfindungsgemäßen Körpern eingesetzt, versagt der Körper beim ersten Riß nicht spröde, sondern es treten in benachbarten Querschnitten weitere Risse auf. Durch die Bildung von vielen Rissen wird das Versagen angekündigt und das Bauteil ist duktil. Die Rißöffnung hängt nun von der Steifigkeit der Fasern ab, die durch die wirksame Länge im Riß, den Querschnitt und den Elastizitätsmodul bestimmt ist. Die Rißbreite wird größer, je länger die wirksame Länge, je geringer der Querschnitt und je geringer der Elastizitätsmodul ist. Die wirksame Länge kann durch einen Überzug, der sich vom erfindungsgemäßen Körper in Richtung Faserenden erstreckt und einen schlechten Verbund mit dem Beton oder einen geringen Elastizitätsmodul aufweist, vergrößert werden. Sind die Fasern außerhalb des Überzuges verankert, dann wird durch eine größere Dehnlänge die Steifigkeit der Faser herabgesetzt und der Riss kann sich weiter öffnen, was zu einem duktileren Bauteilverhalten führt. Fasern in zu verstärkenden Materialien, die eine höhere Verbundkraft als die maximale Faserzugkraft aufweisen, können besser ausgenutzt werden als Fasern die ausgezogen werden. Damit ist es möglich mit der gleichen Fasermenge höhere Festigkeiten im Riß zu erreichen.

Vorteilhaft ist auch, daß geringes Kriechen zu erwarten ist, da die Fasern kaum kriechen, der Beton zwischen den Rissen ungerissen ist und die dort auftretenden Zugspannungen wesentlich geringer als die Betonzugfestigkeit sind. Ein weiterer Vorteil bei der Herstellung ist die Verringerung von Schwindrissen, da durch die erfindungsgemäßen Körper die Zugspannungen abgebaut werden. Der Vorteil ist, daß im Beton weniger Mikrorisse beim Abbinden entstehen und zwischen den erfindungsgemäßen Körpern eine höhere Zugfestigkeit als ohne Körper vorhanden ist.

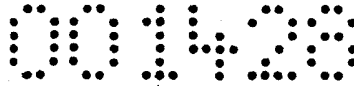
Die Menge an notwendiger Mindestbewehrung hängt von der Betonzugfestigkeit ab. Um eine geringere Mindestbewehrung einzusetzen wäre es auch möglich einen Beton mit einer geringeren Zugfestigkeit herzustellen. Da die Zugfestigkeit immer ca. 10% der Druckfestigkeit beträgt und auch mit der Verbundfestigkeit gekoppelt ist, würde eine Verringerung der Betonzugfestigkeit auch eine Verringerung der Verbundkraft bedeuten und somit eine geringere Nachrißzugfestigkeit.

Die Erfindung wird nun beispielhaft an folgenden Figuren erläutert:

Fig. 1 zeigt Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Körper die beispielsweise auf einer Bewehrung angeordnet sind und kugelig, eiförmig oder prismatisch sind und mindestens eine Ebene mit geringer Zugfestigkeit in ihrem Inneren aufweisen.

Fig. 2 zeigt Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Körper die beispielsweise auf einer Bewehrung angeordnet sind und scheiben- oder linsenförmig sind. Fig. 2 zeigt Schnitte II-II von Fig.3.

Fig. 3 zeigt die Schnitte III-III von Fig. 2, 4, 5 und 6.



In Fig. 4 sind Körper mit Überzügen über den Fasern bzw. Fasern mit veränderlicher Dicke dargestellt.

Fig. 5 zeigt einen Körper der aus dem gleichen Material besteht wie die Schicht mit der die Faser überzogen ist.

Fig. 6 zeigt einen Körper der aus dem gleichen Material wie die Bewehrung ist.

In Fig. 1 wird die Ebene 3 mit geringer Festigkeit im Inneren des Körpers 2 durch mindestens zwei Teile des erfindungsgemäßen Körpers 2 gebildet. Die hier dargestellten Körper 2 sind kugelig, eiförmig und prismatisch, sie können aber auch eine beliebige Form aufweisen. Die Teile des Körpers 2 können durch Klebung oder durch gegengleiche Teile, die ineinander einrasten oder durch eine punktuelle Verbindung, die durch die Ebene 3 mit geringer Festigkeit hindurchgeht, zusammengehalten werden. Werden die Teile der Körper 2 in einem Arbeitsgang hergestellt, kann die Ebene 3 mit geringer Festigkeit durch geeignete Trennung erfolgen. Dies kann beispielsweise durch Einlegen einer zweilagigen Folie, durch eine dünnen Folie die sich nicht mit dem Material des Körpers 2 verbindet oder durch Verwenden von zwei Materialien die sich nicht miteinander verbinden, erfolgen.

In Fig 2 sind die Körper 2 linsen- oder scheibenförmig und können auf ihrer Oberfläche eine Struktur aufweisen oder Öffnungen 4 die durch den erfindungsgemäßen Körper 2 hindurchgehen aufweisen, siehe Fig. 3. Die Körper 2 in Fig. 2 werden aus einem Material hergestellt das einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Zugfestigkeit als das umgebende Material und/oder eine Verbundfestigkeit mit dem umgebenden Material aufweist.

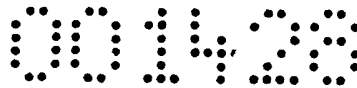
In Fig. 3 werden mögliche Querschnitte der Körper 2 von Fig. 2 und Fig. 4 dargestellt. Mögliche Querschnitte können beliebige Umrisse, eine glatte oder raue Oberfläche, Öffnungen oder Vorrichtungen zum Anklipsen der Körper 2 an die Bewehrung 1 aufweisen.

Es ist möglich solche Körper 2 aus Mörtel, Polymerbeton, Kunststoffen, wie beispielsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Nylon herzustellen. Generell sind alle Materialien und Kombinationen von Materialien dafür verwendbar die eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen niedrigeren Elastizitätsmodul als das zu verstärkende Material aufweisen und/oder eine geringere Verbundfestigkeit mit dem umgebenden Material eingehen als die Zugfestigkeit des zu verstärkenden Materials beträgt.

Die Fläche der Ebene 3 mit geringer Festigkeit der Körper 2 von Fig. 1 oder der größte Querschnitt der Körper 2 von Fig. 2 in Scheibenebene 3 soll für eine Bewehrung 1 mit 8 mm Durchmesser mindestens das 4-fache, vorzugsweise das 10 bis 50-fache des Bewehrungsquerschnitts und für eine Bewehrung 1 mit 0.4 mm Durchmesser mindestens das 100-fache, vorzugsweise das 1000 bis 3000-fache betragen. Für Bewehrungen 1 mit anderen Durchmessern kann interpoliert werden. Bei scheibenförmigen Körpern 2 aus Polyethylen mit einem Durchmesser von 17 mm bewirken 100000 Körper/m³ eine Reduktion der Zugfestigkeit von ca. 30%.

Die Zugfestigkeit des zu verstärkenden Bauteils soll durch den Einsatz der Körper 2 um 20%, vorzugsweise um 50 bis 60% herabgesetzt werden. Je geringer die Reduktion der Zugfestigkeit ist um so mehr Bewehrung 1 muß angeordnet werden. Generell ist anzustreben, daß die aufnehmbare Kraft im Riß größer ist als vor dem Reißen.

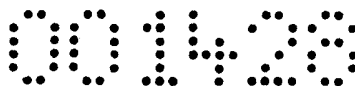
Die erfindungsgemäßen Körper 2 können auf einer Stabbewehrung 1 oder einer Faserbewehrung 1 wie in Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 dargestellt, angeordnet sein. Fig. 1 zeigt



gekröpfte, kegelförmige hakenförmige und gerade Enden. Fig. 2 zeigt gerade Enden, die mit Plättchen an den Enden, mit rauen flächigen Fasern 1, mit Faserschlaufen 1 und gewellten Fasern 1 verankert werden. Zur Erhöhung der Verbundwirkung mit dem umgebenden Material kann die Bewehrung 1 beispielsweise ein Rechteckquerschnitt gedreht werden oder beispielsweise unterschiedliche Querschnitte nacheinander aufgewalzt werden. Die Bewehrung 1 kann aber auch ohne Körper 2 eingebaut werden und die Körper 2 werden dem zu verstärkenden Material beim Mischen zugegeben werden.

Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Körper 2 mit Bewehrung 1 der einen Überzug 5 aus einem Material mit geringer Festigkeit und/oder niedrigem Elastizitätsmodul aufweist und sich vom Körper 2 zum Ende der Bewehrung 1 hin erstreckt. In Fig. 4 und 5 kann der Körper 2 und der Überzug 5 aus dem gleichen Material gefertigt werden. Der Überzug 5 kann sich bis zu den Enden der Bewehrung 1 oder nahe den Enden der Bewehrung 1 hin erstrecken und dabei eine konstante, variable oder abnehmende Dicke wie in Fig. 5 dargestellt, aufweisen. Der Körper 2 und der Überzug 5 können auch asymmetrisch zur Bewehrung 1 angeordnet sein. In Fig. 6 sind Körper 2 und Bewehrung 1 aus dem gleichen Material und die Form der Bewehrung 1 ist beispielsweise derart, dass sie an den Enden der Bewehrung 1 eine Aufweitung zur besseren Verankerung aufweist. Eine solche Ausführung mit Körper 2 und Bewehrung 1 aus einem Bewehrungsmaterial ist besonders geeignet, wenn der Elastizitätsmodul des Bewehrungsmaterials geringer und/oder die Zugfestigkeit des Bewehrungsmaterials höher als die des zu verstärkenden spröden Materials ist. Die Bewehrung 1 und die Querschnitte der Körper von Fig. 4, 5, und 6 können auch wie in Fig. 1, 2 oder 3 dargestellt, ausgeführt werden.

Die Bewehrung 1 kann aus Stahl, Faserverbundwerkstoff, Kohlenstofffasern, Glasfasern, Basaltfasern, Aramidfasern, Kokosfasern, Sisalfasern, Kunststoffe wie Polypropylen und Polyethylen sein. Generell sind alle Materialien und Kombinationen von Materialien für die Bewehrung möglich, die eine Zugfestigkeit aufweisen. Es ist auch möglich Bewehrungen mit einem Überzug zu versehen um den Verbund mit dem zu verstärkenden Material an den Enden zu konzentrieren und/oder die Gefahr des Abbrechens zu verringern und/oder die Schubspannungen gleichmäßig einzuleiten. Die Dicke der faserartigen Bewehrung 1 mit und ohne Überzug kann zwischen 5 Mikrometer und 1 mm sein. Das Verhältnis von Länge zu Durchmesser der Fasern 1 kann zwischen 20 und 130, vorzugsweise zwischen 50 und 80 betragen. Lange Fasern können die gleichen Durchmesser wie kurze Fasern aufweisen. Andere stabartigen Bewehrungen aus beispielsweise Stahl oder Faserverbundwerkstoff können Durchmesser zwischen 2 und 50 mm aufweisen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Körper (2) für spröde, zu verstärkende Materialien, wie beispielsweise Beton, Mörtel, Verputz, Polymerbeton, Kunststein, spröde Kunststoffe, die einzeln sind und/oder auf Fasern (1) oder Faserbündeln (1) angeordnet sein können und beim Mischen zugegeben werden, oder die auf Bewehrungsstäben (1) angeordnet sein können, die vor dem Betonieren verlegt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Körper (2) kugelig, eiförmig oder prismatisch sind und in ihrem Inneren mindestens eine vordefinierte Ebene (3) mit geringerer Zugfestigkeit als das zu verstärkende, spröde Material aufweisen, oder die Körper (2) scheibenförmig oder linsenförmig sind und eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Zugfestigkeit in der Verbundfuge (3) mit dem zu verstärkenden, spröden Material aufweisen als das zu verstärkende, spröde Material.
2. Körper (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ebenen (3) mit geringer Zugfestigkeit gerade, geknickt oder gekrümmt sein können.
3. Körper (2) nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) Ausnehmungen (4) und/oder Profilierungen aufweisen kann.
4. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt des scheibenförmigen Körpers (2) in der Scheibenebene rund, rechteckig, oval oder sternförmig sein kann.
5. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser oder der größte Abstand in Scheibenebene des scheiben- oder linsenförmigen Körpers (2) mindestens das 3 fache der größten Scheibendicke, vorzugsweise das 5 bis 30 fache beträgt.
6. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Körper (2) aus Mörtel, Polymerbeton, Kunststoffen, wie beispielsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Nylon oder Kombinationen daraus hergestellt werden.
7. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ebene (3) mit geringer Festigkeit im Inneren des Körpers (2) oder an seiner Oberfläche (3) aus einem Kunststoff wie Nylon, PVC, Polypropylen, Polyethylen ausgebildet wird.
8. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ebene (3) mit geringer Festigkeit im Körper (2) durch einen Spalt oder Hohlraum ausgebildet wird.
9. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Körper (2) an der Bewehrung (1) durch eine Klipsverbindung angebracht werden.
10. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zugfestigkeit des Körpers (2) oder einer Ebene (3) im Innern und/oder die Verbundfestigkeit um 20%, vorzugsweise um 50 bis 60%, geringer ist als die Zugfestigkeit des spröden, zu verstärkenden Materials.



11. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elastizitätsmodul des Körpers (2) mindestens ein Drittel, vorzugsweise ein 50-stel bis ein 200-stel des spröden, zu verstärkenden Materials aufweist.
12. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Körper (2) zusammen mit einer Bewehrung (1) aus Stahl, Faserverbundwerkstoffen, Kohlenstofffasern, Glasfasern, Basaltfasern, Aramidfasern, Kokosfasern, Sisalfasern, Kunststoffe wie Polypropylen und Polyethylen, in Form von einzelnen Stäben, Fasern, Rovings, Litzen, Gelege, Gewebe oder Gitter eingesetzt werden.
13. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Körpern (2) die auf einer Bewehrung (1) angeordnet sind die Ebene (3) des Körpers (2) mit geringer Zugfestigkeit einen Winkel mit der Längsachse der Bewehrung (1) von 90 Grad oder nahezu 90 Grad einschließt.
14. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rand des scheiben- oder linsenförmigen Körpers (2) spitz zuläuft.
15. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass für eine Bewehrung (1) von ca. 8 mm Durchmesser die Ebene (3) mit geringer Zugfestigkeit oder der größte Querschnitt in Scheibenebene des Körpers (2) mindestens das 4-fache, vorzugsweise das 10 bis 50-fache, des Bewehrungsquerschnitts (1) aufweist und für eine Bewehrung von ca. 0.4 mm Durchmesser die Ebene (3) mit geringer Zugfestigkeit oder der größte Querschnitt in Scheibenebene des Körpers (2) mindestens das 100-fache, vorzugsweise das 1000 bis 3000-fache, des Bewehrungsquerschnitts (1) aufweist und die Zwischenwerte für andere Bewehrungsdurchmesser interpoliert werden können.
16. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Körper (2) auf einer Bewehrung (1) angeordnet werden, deren Oberfläche strukturiert sein kann, die in Längsrichtung gerade oder gewellt sein kann, oder an mindestens einem ihrer Enden ein oder zweifach gekrümmte Haken, eine kegelförmige Verdickung oder eine Ankerplatte aufweist.
17. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper auf einer Bewehrung (1) angeordnet ist die einen Überzug (5) aufweist, der die Bewehrung (1) in Richtung mindestens einem Ende der Bewehrung (1) ganz oder nur teilweise umschließt.
18. Körper (2) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Überzug (5) und der Körper (2) aus dem gleichen Material ausgeführt sind und der Körper (2) in den Überzug (5) übergeht.
19. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) und die Bewehrung (1) aus dem gleichen Material ausgeführt sind.

001428

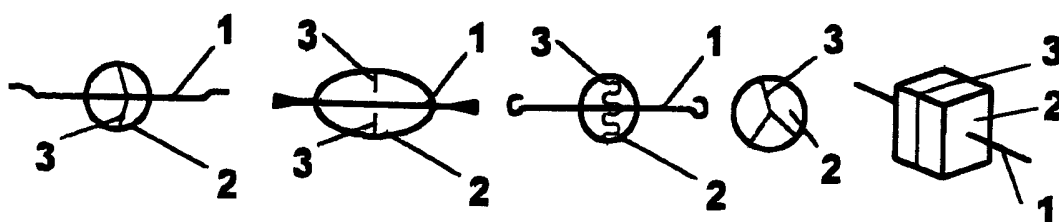


Fig. 1

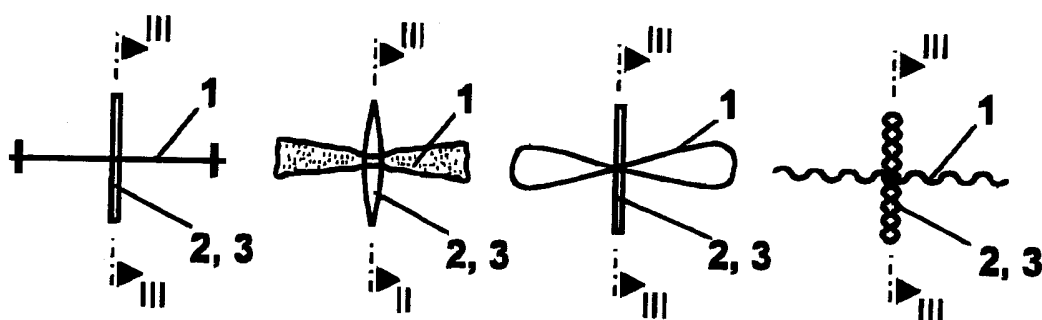


Fig. 2

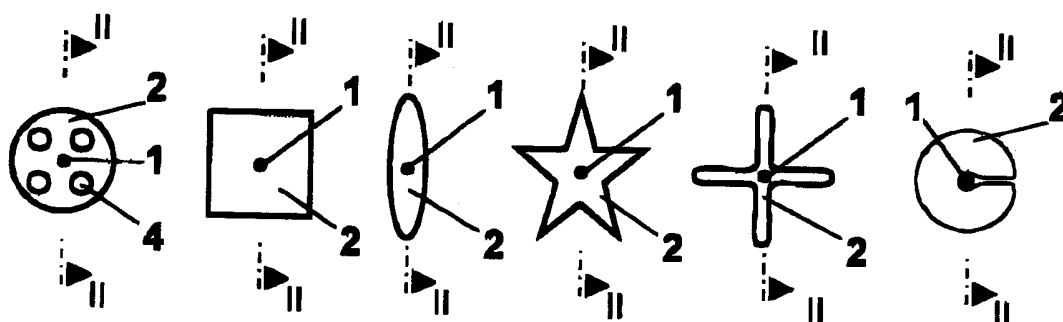


Fig. 3

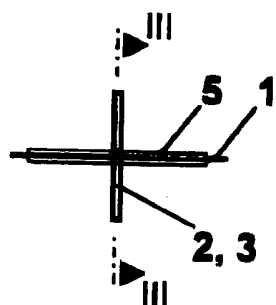


Fig. 4

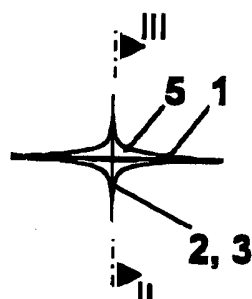


Fig. 5

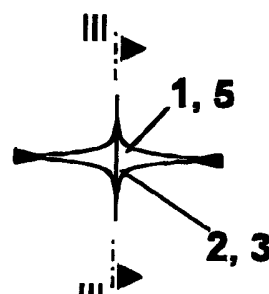
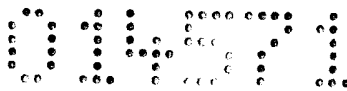


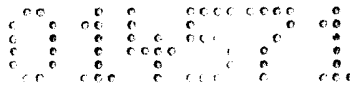
Fig. 6



PATENTANSPRÜCHE

1. Körper (2) für spröde, zu verstärkende Materialien, insbesondere Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Beton mit Stäben aus Faserverbundwerkstoff, Mörtel, Verputz, Polymerbeton, Kunststein, spröde Kunststoffe, der auf einer Faser oder einem Faserbündel (1) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der scheibenförmige bzw. linsenförmige Körper (2) im Wesentlichen in der Mitte der Faser bzw. des Faserbündels (1) angeordnet ist, wobei die Scheibenebene einen im Wesentlichen rechten Winkel zur Längsachse der Faser bzw. der Faserbündels (1) einschließt und der Körper (2) eine geringere Zugfestigkeit und/oder einen geringeren Elastizitätsmodul und/oder eine geringere Zugfestigkeit in der Verbundfuge mit dem zu verstärkenden, spröden Material aufweist als das zu verstärkende, spröde Material besitzt.
2. Körper (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) Ausnehmungen (4) und/oder Profilierungen aufweist.
3. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt des scheibenförmigen Körpers (2) in der Scheibenebene rund, rechteckig, oval oder sternförmig ist.
4. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser oder der größte Abstand in Scheibenebene des scheiben- oder linsenförmigen Körpers (2) mindestens das 3 fache der größten Scheibendicke, vorzugsweise das 5 bis 30 fache beträgt.
5. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) aus Mörtel, Polymerbeton, Kunststoffen, wie beispielsweise Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Nylon oder Kombinationen daraus hergestellt ist.
6. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) an der Faser bzw. dem Faserbündel (1) durch eine Klipsverbindung angebracht ist.
7. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zugfestigkeit des Körpers (2) und/oder die Verbundfestigkeit um 20%, vorzugsweise um 50 bis 60% geringer ist als die Zugfestigkeit des spröden, zu verstärkenden Materials ist.
8. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elastizitätsmodul des Körpers (2) mindestens ein Drittel, vorzugsweise ein 50-stel bis ein 200-stel des spröden, zu verstärkenden Materials aufweist.

NACHGEREICHT



9. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) zusammen mit Fasern bzw. Faserbündeln (1) aus Stahl, Faserverbundwerkstoffen, Kohlenstofffasern, Glasfasern, Basaltfasern, Aramidfasern, Kokosfasern, Sisalfasern, Kunststoffe wie Polypropylen und Polyethylen eingesetzt ist.
10. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rand des scheiben- oder linsenförmigen Körpers (2) spitz zuläuft.
11. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der größte Querschnitt in Scheibenebene des Körpers (2) mindestens das 100-fache, vorzugsweise das 200 bis 3000-fache, des Faserquerschnitts (1) aufweist.
12. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) auf einer Faser (1) angeordnet ist, deren Oberfläche strukturiert, in Längsrichtung gerade oder gewellt ist oder an mindestens einem ihrer Enden ein- oder zweifach gekrümmte Haken, eine kegelförmige Verdickung oder eine Ankerplatte aufweist.
13. Körper (2) nach Anspruch 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Körper (2) auf einer Faser (1) angeordnet ist, die einen Überzug (5) aufweist, der die Faser (1) ganz oder nur teilweise umschließt.
14. Körper (2) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Überzug (5) und der Körper (2) aus dem gleichen Material ausgeführt sind und der Körper (2) in den Überzug (5) übergeht.