

(19)



(11)

**EP 2 000 609 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.12.2008 Patentblatt 2008/50**

(51) Int Cl.:  
**E04C 5/07 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **08008805.7**

(22) Anmeldetag: **10.05.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA MK RS**

(71) Anmelder: **SCHÖCK BAUTEILE GmbH**  
**76534 Baden-Baden (DE)**

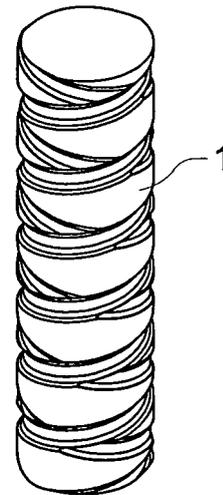
(72) Erfinder:  
• **Die Erfinder haben auf ihre Nennung verzichtet.**

(30) Priorität: **08.06.2007 DE 102007027015**

(74) Vertreter: **Lemcke, Brommer & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Bismarckstrasse 16**  
**76133 Karlsruhe (DE)**

(54) **Bewehrungsstab**

(57) Die Erfindung betrifft einen Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff, an seiner Umfangsfläche versehen mit einer radial nach außen vorstehenden Profilierung in Form von sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckenden Rippen. Erfindungsgemäß weist der Bewehrungsstab Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften auf.



**Fig. 1g)**

**EP 2 000 609 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff, an seiner Umfangsfläche versehen mit einer radial nach außen vorstehenden Profilierung in Form von sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckenden Rippen.

**[0002]** Aus der DE-A-101 21 021 ist ein solcher Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff bekannt, der von der Aufgabenstellung ausgeht, einen belastbaren Verbund mit dem den Kunststoffbewehrungsstab umgebenden Beton einzugehen. Hierbei kommen insbesondere zwei Versagensarten in Betracht, die es zu vermeiden gilt: Zum einen das Abscheren der Rippen in Folge zu hoher axialer Zugbelastungen und nicht ausreichender Übertragung der wirksamen Kräfte vom Beton in den Bewehrungsstab und umgekehrt; zum anderen die Gefahr des so genannten Spaltzugversagens bei zu flachen Rippen, durch die der den gerippten Bewehrungsstab umgebende Beton bei Zugbelastungen einem immer größer werdenden Stabumfang ausgesetzt wird und schließlich aufgesprengt wird. In der DE-A-101 21 021 wird demgemäß vorgeschlagen, dass die seitlichen Rippenflanken der Rippen des Bewehrungsstabs unter einem Winkel von mehr als 45° gegenüber der Stabachse geneigt angeordnet werden sollen und dass die axiale Breite der Rippen größer sein soll als der Abstand zwischen zwei benachbarten Rippen.

**[0003]** Hierdurch sollte sichergestellt werden, dass ein Aufsprengen des Betons durch zu flache Winkel der Rippenflanken verhindert wird und vor allem dass die Rippen einen ausreichenden Verbund mit dem restlichen Bewehrungsstab aufweisen.

**[0004]** Dieser zweite Aspekt des verbesserten Verbundes wird bei anderen bekannten Bewehrungsstäben dadurch zu erreichen versucht, dass die Staboberfläche mit einer Besandung versehen ist, schraubengangförmige Umschnürungen (s. z.B. EP-A-0 199 348) oder Tordierungen (bzw. Einschnürungen) aufweist. Eine gängige Maßnahme besteht jedoch im Einschneiden trapezförmiger Gewinde, durch die ebenfalls Rippen entstehen - oder vielmehr eine einzige schraubengangförmig umlaufende kontinuierliche Rippe - im zwischen den Vertiefungen benachbarter Gewindegänge belassenen Stabbereich.

**[0005]** Demgemäß wird nachfolgend auch dann von Rippen gesprochen, wenn diese nicht ausgehend von einer innen liegenden Mantelfläche mit kleinerem Durchmesser nach außen radial vorstehen, sondern auch, wenn diese - wie im Fall des eingeschnittenen Gewindes - aus einem Teil der Stab-Mantelfläche bestehen und durch in diese Mantelfläche eingebrachte Vertiefungen ausgebildet werden.

**[0006]** Bei einer bekannten Ausführungsform wird eine Gewindegeometrie definiert, bei der die Betonkonsolen, also der benachbart zum Stab im Bereich zwischen zwei benachbarten Rippen befindliche Beton, bis zu einer gewissen Betonfestigkeit zwischen den Rippen versagen.

Nachteilig bei dieser Gewindeform ist, dass bei einer höheren Betonfestigkeit die Rippen vollständig abscheren und dabei die Restverbundspannung drastisch abfällt. Da sich Beton mit zunehmender Alterung immer mehr verfestigt, kann dies auch noch nach längerer unbeschädeter Zeit bei Überschreiten eines Schwellwerts zu einem abrupten Versagen der Bewehrung führen.

**[0007]** Üblicherweise wird in Betonkonstruktionen versucht, die Rissweite zu begrenzen, was nicht nur optische, sondern auch mechanische Gründe hat. Da Bewehrungsstäbe aus faserverstärktem Kunststoff (sog. GFK-Bewehrungsstäbe) einen niedrigeren Elastizitätsmodul als Stahl haben und dadurch breitere Risse in GFK-bewehrten Betonkonstruktionen zu erwarten sind verglichen mit Stahlbetonkonstruktionen mit gleichem Bewehrungsgehalt, setzt man auch derzeit noch in der Regel Bewehrungsstäbe aus Stahl ein.

**[0008]** Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, der sich durch verbesserte Eigenschaften auszeichnet und insbesondere zur Aufnahme höherer Belastungen geeignet ist. Es soll demnach insbesondere ein Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff zur Verfügung gestellt werden, der den Nachteil herkömmlicher GFK-Bewehrungsstäbe vermeidet und dabei beispielsweise den Rissabstand und die Rissbreite im den Bewehrungsstab umgebenden Beton reduzieren hilft. Hierbei sollen zweckmäßigerweise statt einiger großer klaffender Risse im Beton bevorzugt mehrere kleinere Risse entstehen, die dann neben einem besseren optischen Eindruck auch eine verbesserte Duktilität des Betonbauteils bewirken.

**[0009]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Bewehrungsstab Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften aufweist. Hierdurch kann ein Ordnungssystem unterschiedlicher Rippeneigenschaften gebildet werden, bei dem sich die Rippen unterschiedlicher Ordnung hinsichtlich der geometrischen Parameter wie Rippenbreite, Rippenabstand, Rippentiefe, Winkel der Rippenflanken, Rippenteilung etc. oder durch Variation des Glasfasergehalts, der Fasermaterialien, der Faserorientierungen etc. unterscheiden und ihre Eigenschaften ergänzen können.

**[0010]** Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs sind jeweils Gegenstand von Unteransprüchen, deren Wortlaut durch Bezugnahme in die Beschreibung aufgenommen ist, um unnötige Textwiederholungen zu vermeiden.

**[0011]** Vorteilhafterweise werden die Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften so ausgebildet, dass sie eine unterschiedliche Scherbeanspruchung am Rippengrund aufweisen. Hierdurch führt das genannte Ordnungssystem unterschiedlicher Rippeneigenschaften vorteilhafterweise zu einer Unterscheidung hinsichtlich der jeweiligen Rippenbelastbarkeiten.

**[0012]** Die Eigenschaften von Rippen höherer Ordnung werden zweckmäßigerweise so gewählt, dass die Scherbeanspruchung am Rippengrund der Rippe höherer Ordnung größer ist als die Scherbeanspruchung am Rippengrund der Rippe niedrigerer Ordnung.

**[0013]** Vor allem soll sichergestellt werden, dass die Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften so ausgebildet sind, dass sie im Belastungsfall nicht zeit- und/oder lastgleich versagen, wie dies zum Beispiel bei den bekannten Bewehrungsstäben des Standes der Technik (s. z.B. WO 95/13414) mit zwei schraubengangförmig gegenläufigen sich kreuzenden Rippen der Fall ist, die in Axialrichtung symmetrisch angeordnet sind, was eine symmetrische Scherbeanspruchung und damit in der Regel ein gleichzeitiges Versagen bedeutet. Kann ein Versagen zum gleichen Zeitpunkt und/oder bei gleicher Belastung verhindert werden, erhöht dies die Duktilität des Bewehrungsstabs.

**[0014]** Damit sich die Rippen mit unterschiedlichen Rippengeometrien und/oder Rippenmaterialien gegenseitig in der erfinderischen Art und Weise unterstützen bzw. ergänzen können, sollten sie zumindest in etwa im selben Axialabschnitt des Bewehrungsstabs angeordnet sein - entweder axial benachbart aneinander angrenzend bzw. voneinander beabstandet oder sich gegenseitig überlappend bzw. überlagernd.

**[0015]** So ergibt sich zum Beispiel ein besonderer Vorteil dadurch, dass man breite Rippen erster Ordnung mit schmälere Rippen zweiter bzw. höherer Ordnung derart kombinieren kann, dass die schmälere Rippen auf den breiteren Rippen auf deren radialer Außenseite angeordnet sind. Dadurch lässt sich erreichen, dass im Belastungsfall zunächst die schmälere Rippen zweiter Ordnung abscheren, wenn die Spannung am Rippengrund dieser schmälere Rippen deren Scherfestigkeit überschreitet.

**[0016]** Durch das Abscheren dieser schmälere Rippen wird die Kontaktfläche des Bewehrungsstabs im Bereich der verbleibenden breiteren Rippe erster Ordnung mit der den Bewehrungsstab umgebenden Betonkonsole verkleinert und somit die Beanspruchung auf dem Rippengrund dieser breiteren Rippe erster Ordnung zunächst reduziert. Damit kann die verbleibende Rippe erster Ordnung wieder solange zusätzliche Lasten aufnehmen, bis die Scherspannungen auch die Scherfestigkeit am Rippengrund der Rippen erster Ordnung überschreiten und zu deren Abscheren führen.

**[0017]** Mithilfe der unterschiedlichen Rippeneigenschaften erhält man quasi einen "Zwiebelschaleneffekt": Gewisse Belastungen führen zunächst zu einer Beschädigung der "äußeren Zwiebelschale", d.h. der schmälere bzw. äußeren Rippen höherer Ordnung. Diese abgescheren Rippen tragen nichts mehr dazu bei, dass der Bewehrungsstab Zugspannungen des Betons aufnehmen kann, sondern liegen stattdessen lose zwischen Bewehrungsstab und Beton, wobei die Spannungen von den verbliebenen Rippen (niedrigerer Ordnung) aufgenommen werden. Steigen die Belastungen, so führt dies

bei Überschreiten des zugehörigen Schwellwerts zu einem Versagen der Rippen der nächst niedrigeren Ordnung usw. Zum Schluss bleibt dann trotz beschädigter, immer noch vorhandener loser "äußerer Zwiebelschalen", d.h. Rippen höherer Ordnung noch der Verbund des Betons mit der "innersten Zwiebelschale", d.h. den Rippen erster Ordnung.

**[0018]** Bei diesem "Zwiebelschaleneffekt" kommt es vor allem darauf an, dass trotz einer etwaigen abgescheren Rippe höherer Ordnung die Resttragfähigkeit der Rippe(n) niedrigerer Ordnung einen definierten Wert aufweist, der dann für die weitere Tragfähigkeit des zugehörigen Bewehrungsstabs sorgt.

**[0019]** Die Rippen unterschiedlicher Ordnung können nicht nur synchron, beispielsweise rotationssymmetrisch, schraubengangförmig oder gegenläufig gleichmäßig über den Bewehrungsstab verteilt angeordnet sein, sondern sie können auch unterschiedlichen Anordnungsmustern folgen, beispielsweise mit entgegengesetzten unterschiedlichen Steigungen bis hin zu einer punktförmigen Verteilung der Rippen höchster Ordnung, die beispielsweise durch Besanden (bei Positivrippen) oder Sandstrahlen (bei Negativrippen) geformt werden können, was den Vorteil einer höheren Verbundaktivierung bei kleinen Schlupfwegen hat. Hierbei sollte jedoch auf definierte Eigenschaften in den besandeten bzw. sandgestrahlten Bereichen geachtet werden, um undefinierte Zufälligkeiten und damit negative Effekte im beanspruchten Zustand zu verhindern.

**[0020]** Durch das erfindungsgemäße Ordnungssystem verschiedener Rippeneigenschaften erfolgt - anders als bei den Stäben des Standes der Technik - bei Überschreiten bestimmter Belastungsschwellwerte kein plötzliches Abscheren aller Rippen und Versagen der gesamten durch den Bewehrungsstab zur Verfügung gestellten Bewehrung; vielmehr scheren zunächst nur die am wenigsten belastbaren Rippen höchster Ordnung ab. Dadurch reduziert sich die verbleibende Kontaktfläche des Bewehrungsstabs mit den Betonkonsolen, erhöht sich der Schlupf zwischen Stab und Beton und führt erfindungsgemäß zu sehr vorteilhaften Traglastreserven.

**[0021]** Erst wenn die Belastung steigt - beispielsweise wenn die Betonfestigkeit im Laufe der Zeit zunimmt - tritt bei Überschreiten des entsprechenden Schwellwertes ein Abscheren der Rippen mit der nächst niedrigeren Ordnung ein.

**[0022]** Es sei angemerkt, dass es im Stand der Technik der Stahl-Bewehrungsstäbe bereits Bauformen gibt, die auf einen "abgestuften Versagensmodus" abzielen mit dem Ziel, eine zu große Verformung des Stahls zu vermeiden und dessen Duktilität groß zu halten. Dabei soll dann nicht - wie bei den vorliegenden Kunststoff-Bewehrungsstäben - das Stabmaterial im Bereich der Rippen versagen, sondern der den Stab umgebende Beton im Bereich einer einzelnen Betonkonsole, bevor dann in einer nächsten Stufe der Beton im Bereich einer größeren Betonkonsole versagt. Während es bei der vorliegenden Erfindung ein primäres Ziel ist, eine definierte Resttrag-

fähigkeit zur Verfügung zu stellen, werden bei diesem Stand der Technik durch den abgestuften Versagensmodus größere Relativverschiebungen des Stahl-Stabs gegenüber dem so bewehrten Stahlbetonbauteil angestrebt und ermöglicht, so dass das Stahlbetonbauteil auch unter Ausnutzung örtlicher plastischer Verformung der Bewehrung bemessen werden kann.

**[0023]** Des Weiteren kann damit eine Rippengeometrie für eine Hochlastrippe zur Verfügung gestellt werden, die auch bei Beton mit höchster Festigkeit verwendet werden kann und nicht zu einem Rippenversagen der Bewehrung führt, sondern allenfalls zu einem Versagen der Betonkonsole zwischen den Rippen. Während Rippen mit niedriger Festigkeit einen guten Verbund im normalen Beton gewährleisten, sorgen die Hochfestrippen auch bei stark nachhärtendem Beton oder Beton mit Überfestigkeit für eine Mindestverbundfestigkeit.

**[0024]** Schließlich lassen sich Rippen verschiedener Ordnung in einer Mehrstufenrippe zusammenführen, die diskrete Winkelsprünge oder kontinuierliche Winkeländerungen aufweisen kann. Hierbei werden also unterschiedliche Rippeneigenschaften miteinander kombiniert, wobei wiederum die Rippen höherer Ordnung eine geringere Scherfestigkeit aufweisen und früher versagen als die Rippen niedrigerer Ordnung. Hierbei lässt sich verhindern, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt die ganze Rippe abscheret; stattdessen schert zunächst eine der fraktalen Teilrippen ab, weil die Spannung im Rippengrund dieser Teilrippe die Scherfestigkeit überschreitet. Dadurch wird die Kontaktfläche der verbleibenden Teilrippen mit dem sie umgebenden Beton, der sog. Betonkonsole verkleinert und somit die Beanspruchung auf dem Rippengrund dieser verbleibenden Teilrippen reduziert. Damit können diese verbleibenden Teilrippen wieder zusätzliche Lasten aufnehmen, bis die Scherbeanspruchung am Rippengrund der dann kleinsten Teilrippe überschritten wird und zu deren Abscheren führt.

**[0025]** Für die Herstellung eines solchen erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs bietet sich neben den herkömmlichen Verfahren (wie z. B. Einformen der Rippen während des Pultrusionsprozesses) auch ein Einfräsen der Rippengeometrie in die ausgehärteten Bewehrungsstäbe an, wodurch sich ohne großen Aufwand unterschiedlichste geometrische Eigenschaften erzielen lassen. Hierbei kann das Grundprofil des Bewehrungsstabs auch abweichend von einer Kreisform einen ovalen, viereckigen, sternförmigen etc. Querschnitt aufweisen. Ebenso kann der Fräsvorgang kreisförmig oder oval, zentrisch oder exzentrisch erfolgen. Durch Kombination aus Grundprofil des Bewehrungsstabs und Fräsvorgang lassen sich mit einfachsten Mitteln unterschiedliche geometrische Eigenschaften erzielen und damit verschiedene Rippenfestigkeiten darstellen.

**[0026]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung verschiedener Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung; hierbei zeigen

Figur 1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs

in Seitenansicht - in Figur 1 a),  
im Vertikalschnitt - in Figur 1 b),  
im Horizontalschnitt entlang A-A aus Figur 1a) - in Figur 1c),  
im Horizontalschnitt entlang B-B aus Figur 1a) - in Figur 1d), das Detail A aus Figur 1 b) - in Figur 1 e),  
das Detail B aus Figur 1b) - in Figur 1f) und in perspektivischer Seitenansicht - in Figur 1 g);

Figur 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs in Seitenansicht - in Figur 2a) - und in perspektivischer Seitenansicht - in Figur 2b);

Figur 3 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs in Seitenansicht - in Figur 3a) - und in perspektivischer Seitenansicht - in Figur 3b);

Figur 4 auszugsweise einen Vertikalschnitt durch eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs;

Figur 5 auszugsweise einen Vertikalschnitt durch eine fünfte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs;

Figur 6 auszugsweise einen Vertikalschnitt durch eine sechste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs; und

Figur 7 auszugsweise einen Vertikalschnitt durch eine siebte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs.

**[0027]** In den Figuren 1a) und 1b) ist ein Bewehrungsstab 1 zu erkennen mit zwei einander überlagerten Rippenarten. Hierbei besteht der Bewehrungsstab 1 aus einer zylinderförmigen Grundform mit kreisförmigem Querschnitt, von der sich ausgehend erste Vertiefungen 2 und zweite Vertiefungen 3 nach radial innen erstrecken, wodurch sie einander überlappende Rippen 4, 5 bilden. Die Vertiefungen 2, 3 sind gegenläufig zueinander angeordnet, das heißt, die eine Vertiefung läuft rechtsgängig und die andere Vertiefung linksgängig entlang des Bewehrungsstabs schraubengangförmig um diesen herum. Die Vertiefungen 2 sind dabei tiefer ausgebildet als die Vertiefungen 3. Die Vertiefungen 2 belassen zwischen sich jeweils Rippen 4 (vielmehr eine schraubengangförmig umlaufende zusammenhängende Rippe 4); in entsprechender Weise belassen die Vertiefungen 3 zwischen sich Vertiefungen 5, die sich aufgrund der gegenseitigen Überlappung der Vertiefungen teilweise auch mit den Rippen 4 überlappt.

**[0028]** In Figur 1b) ist die Oberfläche des erfindungsgemäßen Bewehrungsstabs aus dem Vertikalschnitt erkennbar mit dem Stabdurchmesser  $d_2$  im Bereich der Vertiefung 2 und dem Stabdurchmesser  $d_3$  im Bereich

der Vertiefung 3. Auch zwei Details A, B, die in den Figuren 1e) und 1f) dargestellt sind, verdeutlichen die unterschiedlichen Rippen- bzw. Vertiefungsformen: Beide Vertiefungen weisen die gleichen Flankenwinkel  $\alpha$  und die gleichen Krümmungsradien  $R_1$  im Übergangsbereich zwischen Vertiefungsgrund 2a, 3a und Rippenflanken 2b, 3b auf. Lediglich die Rippentiefe  $t_2$ ,  $t_3$  und die Vertiefungsbreiten  $b_2$ ,  $b_3$  sind ebenso unterschiedlich wie die Rippenteilungen  $T_2$ ,  $T_3$  (siehe Figur 1a)).

**[0029]** Sieht man sich den Horizontalschnitt in den Figuren 1c) und 1d) an, so kann man erkennen, dass die Vertiefungen 2, 3 bzw. Rippen 4, 5 insgesamt eine inhomogene Oberfläche des Bewehrungsstabs 1 ergeben, die dafür verantwortlich ist, dass unterschiedliche Bereiche unterschiedliche Scherbelastbarkeiten aufweisen und somit insgesamt die Belastbarkeit des Bewehrungsstabs verbessert werden kann.

**[0030]** Die Figuren 2a) und 2b) zeigen einen alternativen Bewehrungsstab 21 mit Vertiefungen 22, 23, die gleichsinnig schraubengangförmig entlang des Bewehrungsstabs 21 verlaufen und unterschiedliche Steigungen aufweisen. Auch hierdurch lassen sich Rippen mit unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften herstellen, die unterschiedliche Scherbeanspruchungen am Rippengrund aufweisen.

**[0031]** In den Figuren 3a) und 3b) ist ein Bewehrungsstab 31 gezeigt, bei dem Rippen mit unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften ineinander übergehen: Während die Rippenteilung  $T_4$ , also der Abstand zwischen benachbarten Schraubengängen der schraubengangförmig umlaufenden Rippe über den gesamten Bewehrungsstab gleich ist, ändert sich jedoch die Tiefe  $t_4$ ,  $t_5$  der Vertiefung 22 über die axiale Länge des Stabs. Hierdurch gehen quasi Rippen 24, 25 mit unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften kontinuierlich und stufenlos ineinander über und weisen aufgrund der unterschiedlichen Rippentiefe  $t_4$ ,  $t_5$  entsprechend unterschiedliche Belastbarkeiten auf.

**[0032]** Anhand der Figuren 4 bis 7 lässt sich die Systematik der Rippengestaltungen verdeutlichen: So zeigt Figur 4 einen Bewehrungsstab 41 mit einer Rippe 42 erster Ordnung und eine Vertiefung 43 mit einer Rippentiefe  $t_{42}$ , einem Flankenneigungswinkel  $\alpha$ , einer Teilung  $T_{42}$ , die sich zusammensetzt aus der Rippenbreite  $B_{42}$  zuzüglich des Abstands  $b_{42}$  zwischen zwei benachbarten Rippen.

**[0033]** In Figur 5 ist nun bei einem Bewehrungsstab 51 einer der Rippe 42 erster Ordnung aus Figur 4 entsprechenden Rippe sowie einer der Vertiefung 43 aus Figur 4 entsprechenden Vertiefung eine schmalere Rippe 52 zweiter Ordnung sowie schmalere Vertiefungen 53 überlagert, die zusammen mit der Rippe erster Ordnung ein Ordnungssystem bilden aus schmalen Rippen höherer Ordnung 52, 54, 55, 56 und einer breiten Rippe 57 niedrigerer Ordnung, die die schmalen Rippen trägt. Es ist unschwer erkennbar, dass in einem Belastungsfall die schmalen Rippen schneller abscheren und dass aber bei deren Abscheren die breite Rippe 57 immer noch

einen Verbund mit dem den Bewehrungsstab umgebenden Beton eingeht und somit der Stab 51 nicht plötzlich in allen Verankerungsabschnitten gleichzeitig versagt.

**[0034]** Figur 6 und Figur 7 zeigen schließlich noch bei Bewehrungsstäben 61, 71 Mehrstufenrippen 62, 72, die ebenfalls das Ergebnis der Überlagerung mehrerer Rippen sind, wobei die Rippenteilbereiche 62a, 62b, 62c unterschiedliche Flankenneigungen  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  und unterschiedliche Rippenbreiten  $B_0$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  aufweisen. Hingegen ist bei der Mehrstufenrippe 72 aus Figur 7 der Übergang zwischen den Teilbereichen der Rippe kontinuierlich mit kontinuierlicher Breiten- und Winkeländerung.

**[0035]** Auch die Mehrstufenrippen führen dazu, dass im Zweifel zunächst die schmalste Teilrippe 62c früher abscheret als die breiteste Teilrippe 62a und somit ebenfalls für eine Verbesserung der Belastbarkeit des zugehörigen Bewehrungsstabs 61 sorgt.

**[0036]** Zusammenfassend bietet die vorliegende Erfindung den Vorteil, durch Ausbildung von Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften das Verbundverhalten von faserverstärkten Kunststoffbewehrungsstäben zu verbessern, deren Anwendungsverhalten im Belastungsfall zu optimieren und somit solche Kunststoffbewehrungsstäbe weiteren Anwendungsmöglichkeiten zugänglich zu machen. Es wird demnach ein Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff zur Verfügung gestellt, der den Rissabstand und die Rissbreite im den Bewehrungsstab umgebenden Beton reduzieren hilft, was zu den beschriebenen Vorteilen führt.

### Patentansprüche

1. Bewehrungsstab aus faserverstärktem Kunststoff, an seiner Umfangsfläche versehen mit einer radial nach außen vorstehenden Profilierung in Form von sich zumindest über einen Teil des Umfangs erstreckenden Rippen, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bewehrungsstab Rippen (4, 5, 42, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 72) mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften aufweist.
2. Bewehrungsstab nach zumindest Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (4, 5, 42, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 72) mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften so ausgebildet sind, dass sie im Belastungsfall eine unterschiedliche Scherbeanspruchung am Rippengrund aufweisen.
3. Bewehrungsstab nach zumindest Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rippen (4, 5, 42, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 72) mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften so ausgebildet sind, dass sie im

Belastungsfall nicht zeit- und/oder lastgleich versagen.

4. Bewehrungsstab nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, 5  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Rippen (4, 5, 42, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 72) mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften zumindest in etwa im selben Axialabschnitt des Bewehrungsstabs zueinander benachbart, aneinander angrenzend, mit gegenseitigem Abstand und/oder sich gegenseitig überlappend angeordnet sind, 10
5. Bewehrungsstab nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, 15  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die geometrischen und/oder Materialeigenschaften der Rippen (4, 5, 42, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 72) über die axiale Länge des Bewehrungsstabs (1, 21, 31, 41, 51, 61, 71) und/oder dessen Umfang mehrstufig ausgebildet sind. 20
6. Bewehrungsstab nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, 25  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die unterschiedlich wählbaren geometrischen Eigenschaften der Rippen (4, 5, 42, 52, 55, 56, 57, 62, 72) Rippenhöhe (t), Rippenabstand (b), Rippen-  
 teilung (T), Neigungswinkel ( $\alpha$ ) der Rippenflanken, 30  
 Steigung der Rippen und/oder Rippenform umfassen.
7. Bewehrungsstab nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, 35  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die unterschiedlichen Materialeigenschaften der Rippen unterschiedlichen Fasergehalt, unterschiedliche Materialien von Bewehrungsstab und/oder -fasern und/oder unterschiedliche Faserorientierungen umfassen. 40
8. Bewehrungsstab nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, 45  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** Rippen (62a, 62b, 62c) zu einer in Radialrichtung aufeinander aufbauenden Mehrstufenrippe (62) zusammengefasst sind, bei der mehrere Rippen mit unterschiedlichen geometrischen und/oder Materialeigenschaften zumindest teilweise einander 50  
 überlagernd oder überlappend angeordnet sind.

55

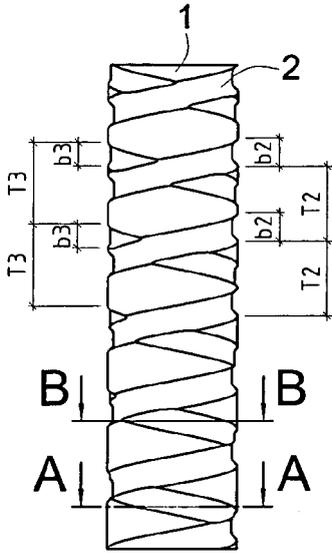


Fig. 1a)

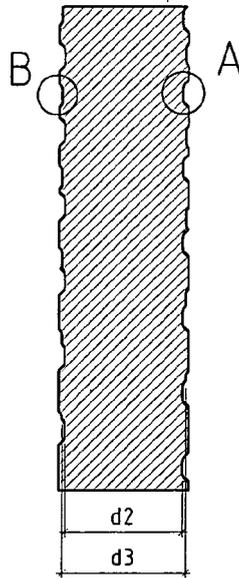


Fig. 1b)

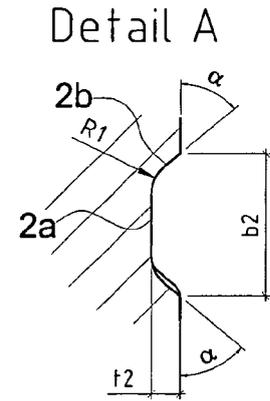


Fig. 1e)

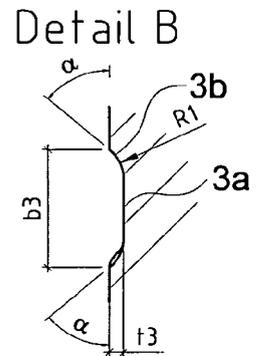


Fig. 1f)

Schnitt A-A

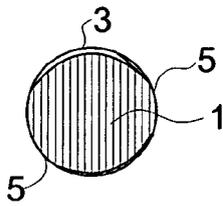


Fig. 1c)

Schnitt B-B

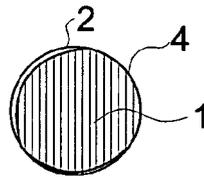


Fig. 1d)

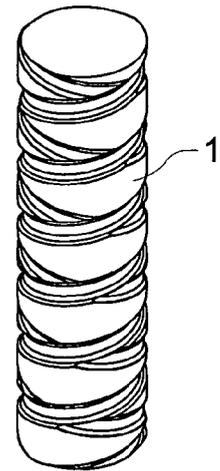


Fig. 1g)

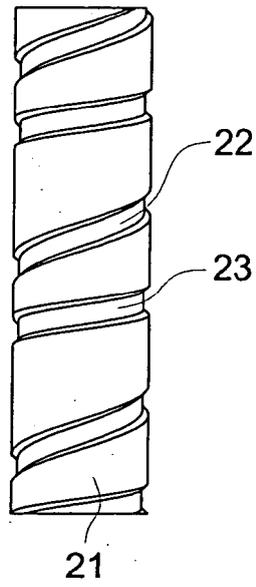


Fig. 2a)



Fig. 2b)

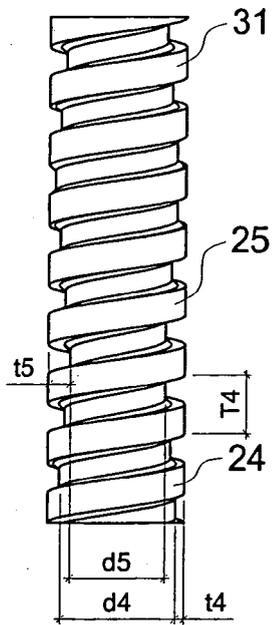


Fig. 3a)

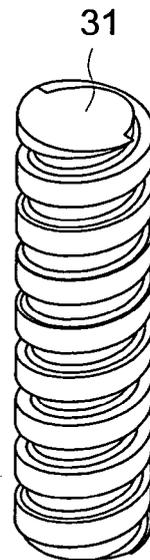


Fig. 3b)

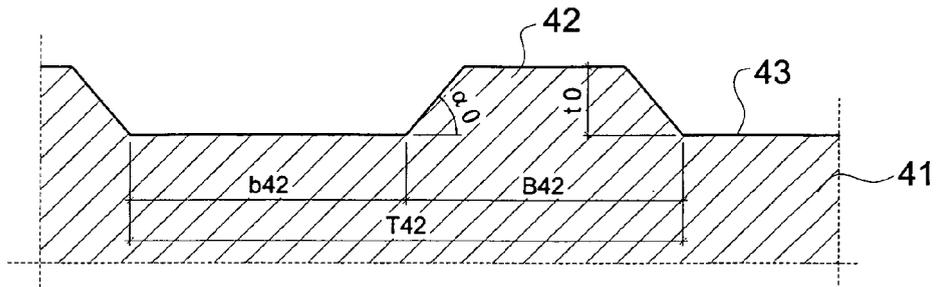


Fig. 4)

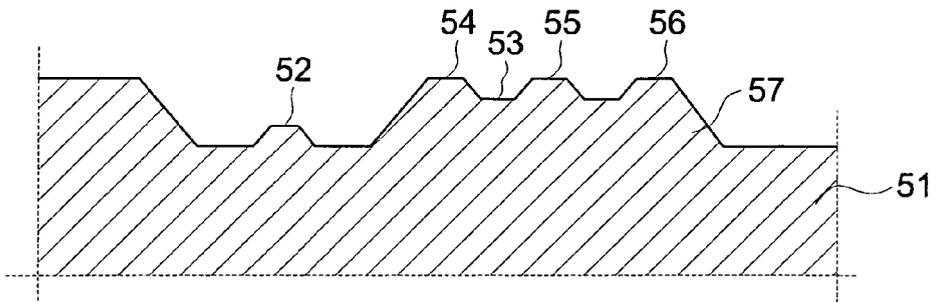


Fig. 5)

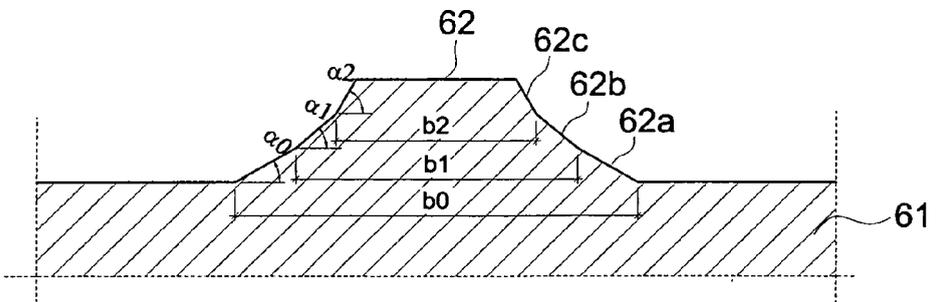


Fig. 6)

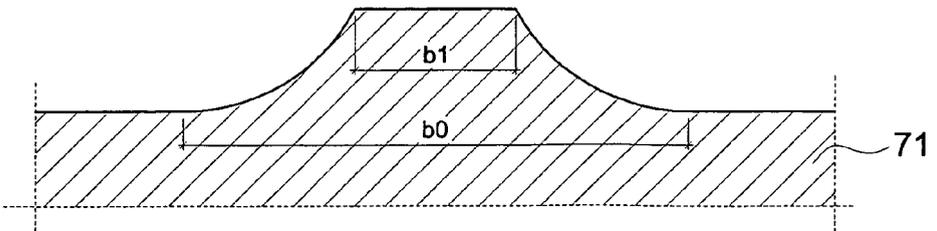


Fig. 7)



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 98/31891 A (CAMPLAS TEC. LTD.) 23. Juli 1998 (1998-07-23) * Seite 2, Zeile 2 - Zeile 27; Abbildungen 2-4 *	1-8	INV. E04C5/07
A	----- EP 0 306 887 A (DYCKERHOFF & WIDMANN) 15. März 1989 (1989-03-15) * Spalte 5, Zeile 14 - Zeile 45; Abbildung 4 *	1-4,6	
A	----- DE 26 22 524 A (K. A. JANOVIĆ ET AL.) 24. November 1977 (1977-11-24) * Seite 3, letzter Absatz - Absatz 2; Abbildungen *	1-6	
A	----- DE 857 269 C (E. ROSSMANN) 27. November 1952 (1952-11-27) * Abbildungen *	1-3,5,6, 8	
A	----- EP 0 560 362 A (KOMATSU PLASTICS) 15. September 1993 (1993-09-15) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3,9-11 *	1,7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	----- GB 1 102 148 A (HOESCH AG) 7. Februar 1968 (1968-02-07) * Abbildungen *	1	E04C
A	----- DE 14 09 168 A (TOR-ISTEG CORP.) 30. Januar 1969 (1969-01-30) * Abbildungen *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 29. September 2008	Prüfer Righetti, Roberto
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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 anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 00 8805

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9831891 A	23-07-1998	EP 0892876 A1	27-01-1999
		GB 2329199 A	17-03-1999
-----			
EP 0306887 A	15-03-1989	AU 2204788 A	13-04-1989
		BR 8804697 A	18-04-1989
		CA 1306118 C	11-08-1992
		DE 3730490 A1	23-03-1989
		DE 8717648 U1	28-09-1989
		JP 1158156 A	21-06-1989
		JP 1915638 C	23-03-1995
		JP 6035739 B	11-05-1994
		NO 883998 A	13-03-1989
		US 4922681 A	08-05-1990
		ZA 8806357 A	30-05-1989
-----			
DE 2622524 A	24-11-1977	KEINE	
-----			
DE 857269 C	27-11-1952	KEINE	
-----			
EP 0560362 A	15-09-1993	KEINE	
-----			
GB 1102148 A	07-02-1968	AT 259204 B	10-01-1968
		BE 665137 A	01-10-1965
		CH 437721 A	15-06-1967
		FR 1549162 A	13-12-1968
		LU 48843 A	17-08-1965
		NL 6507737 A	21-12-1965
-----			
DE 1409168 A	30-01-1969	BE 591237 A1	25-11-1960
		GB 904773 A	29-08-1962
		LU 38644 A	
		US 3335539 A	15-08-1967
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 10121021 A [0002] [0002]
- EP 0199348 A [0004]
- WO 9513414 A [0013]