

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 231 331 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.12.2006 Patentblatt 2006/51**

(51) Int Cl.:  
**E04C 5/03 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **02002017.8**

(22) Anmeldetag: **06.02.2002**

(54) **Betonstahl mit Rippen, Stahlbeton**

Reinforcing bar with ribs and reinforced concrete

Acier à béton nervuré et béton armé

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **08.02.2001 DE 10105667**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**14.08.2002 Patentblatt 2002/33**

(73) Patentinhaber: **Badische Stahlwerke GmbH  
77694 Kehl/Rhein (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Schulz, Jürgen  
76532 Baden-Baden (DE)**  
• **Langenecker, Richard  
77694 Kehl (DE)**

(74) Vertreter: **Beetz & Partner  
Steinsdorfstrasse 10  
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 399 910 EP-A- 0 451 798  
DE-A- 1 609 638 DE-A- 1 759 485  
DE-A- 2 123 818 FR-A- 2 031 405  
FR-A- 2 350 441 GB-A- 1 277 899  
US-A- 4 811 541**

- **PETERSEN, CHRISTIAN: "Stahlbau" 1993 ,  
FRIEDR. VIEWEG & SOHN  
VERLAGSGESELLSCHAFT MBH ,  
BRAUNSCHWEIG/WIESBADEN XP002208100 \*  
Seite 31 \***
- **"DIN 488, Teil 2: Betonstahl; betonstabstahl,  
Masse und Gewichte" Juni 1986 (1986-06) , DIN  
DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V. ,  
BERLIN XP002208101 \* Seite 1 - Seite 5 \***

**EP 1 231 331 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen stabförmigen Betonstahl mit Rippen. Die vorliegende Erfindung findet überall dort Anwendung, wo Betonstähle zur Herstellung von Stahlbeton verwendet werden. Die vorliegende Erfindung findet insbesondere bei der Herstellung von Stahlbeton, insbesondere hier bei der Herstellung von Betonstahlmatten und Betonstahl vorzugsweise in Ringen Anwendung.

**[0002]** Ein stabförmiger Betonstahl nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der FR-A-0399910 bekannt.

**[0003]** Bei Bewehrungsmatten werden mehrere Betonstahlstäbe kreuzweise übereinandergelegt und an ihren Berührungspunkten verschweißt. Üblicherweise wird für diesen Betonstahl kaltgewalzter Betonstahl verwendet. Weiterhin wird Betonstahl häufig auf Spulen, sog. "Ringe", aufgewickelt und so weiter zum Abnehmer transportiert. Zur Weiterverarbeitung dieses Betonstahls wird dieser einer Richt-oder Biege- und Schneidemaschine zugeführt, um beispielsweise einer Mattenmaschine, um Betonstahlmatten herzustellen. Dabei wird der Betonstahl in sogenannten Rollenrichtsätzen oder alternativ in Rotorrichtsätzen gerade gerichtet. Für einen Betonstahl höherer Güte wird in zunehmendem Maß warmgewalzter Betonstahl verwendet. Durch die in den entsprechenden Betonstahlnormen vorgeschriebenen Rippengeometrien ergeben sich relativ stark ausgeprägte Rippen. Damit neigen die gerichteten Stäbe wenn sie, wie oft üblich, über ein Stabmagazin zur Weiterverarbeitung zugeführt werden, beim Vereinzeln oder Herausziehen aus dem Magazin zum Verhaken miteinander. Weiterhin erhält man beim kreuzweisen Übereinanderlegen für das Verschweißen z. Teil ungünstig kleine Kontaktflächen. Aufgrund der obengenannten Nachteile mit warmgewalztem Betonstahl wurde dieser bisher zur Herstellung von Bewehrungsmatten kaum verwendet. Bei Betonstählen nach dem Stand der Technik, beispielsweise Betonstahl nach DIN 488, beträgt der Neigungswinkel  $\beta$  der auf der Oberfläche vorhandenen Rippen üblicherweise ca.  $60^\circ$ . Diese geometrische Anordnung der Rippen beeinflusst das Verbundverhalten des Betonstahls in dem Stahlbeton.

**[0004]** Die Verwendung von Betonstahl ohne Rippen ist für die meisten Anwendungsgebiete nicht möglich, da die Rippen beim Verbundverhalten eine bedeutende Rolle spielen, da über diese Rippen die Kräfte aus dem Beton in den Betonstahl geleitet werden.

**[0005]** Die Fig. 1a bis 1d zeigen Betonstähle nach dem Stand der Technik, wie er in der DIN-Nummer 488 bzw. in bauaufsichtlichen Zulassungen beschrieben ist. Der Betonstahl 1 weist in der vorliegenden Ausführungsform vier Reihen von (in der Zeichnung von oben nach unten verlaufende) Rippen 2 auf. Der Rippenneigungswinkel  $\beta$  zwischen Längsrichtung der betrachteten Rippe und der Richtung der Längsachse A des Betonstahls beträgt bei Betonstählen nach dem Stand der Technik ungefähr  $60^\circ$ . Der Abstand zweier Rippen 2 in Längsrichtung (Rippen-

abstand) beträgt c, die Rippenkopfbreite einer Rippe 2 quer zur Längsrichtung der betrachteten Rippe wird mit b bezeichnet. Jeweils zwischen zwei benachbarten Rippen 2 liegt eine Senke 8. Fig. 1d zeigt einen Schnitt durch den Betonstahl 1 entlang der in Fig. 1b gezeigten Schnittlinie D.

**[0006]** 2a in Fig. 1c ist die Rippenkopffläche, 2b bezeichnet die Rippenflanke (auf der anderen Seite der Rippenkopffläche 2a ist ebenfalls eine in der Zeichnung nicht sichtbare Rippenflanke vorhanden), und 8 ist die Senke zwischen zwei benachbarten Rippen 2. In Fig. 1d bezeichnet 3 die Projektion eines Betonstahls in Längsrichtung. Die näherungsweise kreisförmige Kontur entsteht durch die kulissenhaft hintereinander erscheinenden und so die Umfangskontur bildenden Rippen 2. Die Schnittkontur 4 selbst erscheint eher unregelmäßig. Jedoch entsteht sie durchaus regelmäßig bei der Herstellung des Betonstahls. Hierbei werden die etwa quadratische Grundform 5 mit gegebenenfalls verrundeten Kanten und die Rippen 2 durch Walzen in das Rohmaterial gewalzt. Dies kann Warmwalzen oder Kaltwalzen sein. Dem Gesamtaufbau in Querschnittsfläche kann man sich somit als Rippen 2 vorstellen, die auf einem Grundkörper mit quadratischem Querschnitt (Bezugsziffer 5) aufsitzen. Die eigentliche Querschnittskontur 4 ergibt sich in Abhängigkeit davon, wo der Querschnitt die jeweiligen Rippen schneidet. Das eben Gesagte gilt für Betonstähle mit vier Rippenreihen. Die Rippenreihen sind durch in Längsrichtung des Materials verlaufende Stege 6 (Rippenreihenabstand oder Walzspalt) und, abhängig von der Grundform (z. B. rund, quadratisch, sechseckig, usw) und der Rippeneinfrästiefe, z. T. durch weitere Stege 7 voneinander getrennt.

**[0007]** In Fig. 2a ist das Verbundverhalten von Betonstahl in Beton skizziert. Das Verbundverhalten gibt an, mit welcher Kraft F der Betonstahl gezogen werden muß, damit sich eine Verschiebung  $\Delta 1$  des Betonstahls im Beton ergibt. Als Kennlinie wird die Verbundspannung über den Ausziehweg dargestellt. Wie aus Fig. 2a zu erkennen ist, erreicht die Verbundspannung ein Maximum. Bei weiterer Verschiebung des Betonstahls in dem Beton nimmt die Kraft wieder ab, da der Verbund des Betonstahls durch Abscheren der Betonsockel zwischen den Rippen geschwächt wird.

**[0008]** In Fig. 2b ist das Dehnverhalten von Betonstahl abgebildet. Der Betonstahl dehnt sich in einem ersten linearen Bereich, dem elastischen Bereich, proportional zur angelegten Kraft F bis zu einer Streckgrenze  $F_S$ . Anschließend verformt sich der Betonstahl plastisch. Diese Verformung ist nicht reversibel. Weiterhin ist ein Dauerschwingversuch abgebildet, bei dem der Betonstahl einer periodisch sich ändernden Kraft unterworfen wird, die geringer als  $F_S$  ist. Obwohl die angelegte Kraft so gering ist, daß es noch nicht zu einer plastischen Verformung kommt, kann eine derartige Belastung zu einem Ermüdungsbruch des Betonstahls führen.

**[0009]** Diese mechanischen/dynamischen Eigenschaften (Dauerschwingeneigenschaften) sind verbesser-

bar. Die eingeleiteten statischen und dynamischen Kräfte können dann sicher und dauerhaft aufgefangen werden.

**[0010]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, einen Betonstahl anzugeben, der in Mattenmaschinen oder Richt- und Bügelautomaten verwendet werden kann, ohne daß hierbei bei der Verarbeitung auf der Maschine Probleme auftreten.

**[0011]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit dem Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0012]** Der Rippenneigungswinkel  $\beta$  zur Längsachse des Betonstahls kann 25 bis 55°, vorzugsweise 35 bis 45°, weiter vorzugsweise 37 bis 42° betragen. Dieser geringe Rippenneigungswinkel  $\beta$  relativ zur Betonstahlachse hat mehrere Vorteile: Untersuchungen haben ergeben, daß bei einem derart geringen Rippenneigungswinkel wesentlich verbesserte Dauerschwingeigenschaften erreicht werden können, d.h. ein Ermüdungsbruch des Betonstahls tritt seltener beziehungsweise erst nach längerer Zeit als bei herkömmlichem Betonstahl mit größerem Rippenneigungswinkel auf. Es treten bei dem erfindungsgemäßen Betonstahl mit verringertem Rippenneigungswinkel weniger markante Kanten in Längsrichtung des Betonstahls auf. Dadurch kommt es im Betonstahl und im Beton zu geringeren Spannungsüberhöhungen bzw. Kerbspannungen, die üblicherweise an derartigen Kanten auftreten. Durch die Schrägstellung ergibt sich in Richtung der Längsachse eine kleinere Steigung als bei einer Rippe mit gleicher Höhe, aber einem größeren Rippenneigungswinkel. Damit können Spannungsüberhöhungen beziehungsweise die Kerbwirkung des erfindungsgemäßen Betonstahls verringert werden. Weiterhin ist die Flächenverteilung auf der Umhüllung des Betonstahls in Richtung der Längsachse gleichmäßiger als bei einem gerippten Betonstahl mit einem steileren Rippenneigungswinkel.

**[0013]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Rippenneigungswinkel für alle Rippen des Betonstahls im wesentlichen gleich. Damit erreicht man die obengenannten Vorteile über die gesamte Länge des Betonstahls.

**[0014]** Die Rippenkopfbreite  $b$  der Rippen ist größer als das 0,2fache, vorzugsweise kleiner als das 0,5fache des Nenndurchmessers, und in dem sie weiter vorzugsweise das 0,3fache bis 0,4fache des Nenndurchmessers beträgt. Hierdurch ergibt sich eine verbesserte Rippenfüllung beim Walzprozeß, was zu einer geringeren Ovalität beziehungsweise gleichmäßigen Rundheit des Außendurchmessers des Betonstahls führt. Hierdurch kann der Betonstahl besser weiterverarbeitet werden. Bei möglichst runden Betonstählen, d.h. mit möglichst geringer Ovalität, liegt der Stahl gleichmäßiger an der Rolle an. Wird der Stab beispielsweise zwischen zwei gegenüberliegenden Rollen geführt, so ist das Spiel zwischen den Rollen bei möglichst runden Stäben nicht von der Lage des Stabes abhängig. Eine Rotation des vorzugsweise stabförmigen Betonstahls um die eigene Längsachse verändert dieses Spiel nicht, wenn der Stab rund

und nicht oval ist. Außerdem sind die Kraftparameter dann gleichmäßiger.

**[0015]** Weiterhin ergibt sich hierdurch ebenfalls eine gleichmäßigere Flächenverteilung auf der Umhüllenden in Stabrichtung. Dies ist für die Verschweißung der Betonstähle zu Betonstahlmatten vorteilhaft, da die Schweißflächen von zwei aufeinanderliegenden Betonstahlstäben größer sind als bei herkömmlichen Betonstählen mit größerem Rippenneigungswinkel und schmalerer Rippe.

**[0016]** Das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung  $b'$  zum Rippenabstand  $c$  in Richtung der Betonstahlachse kann größer als 0,35, vorzugsweise größer 0,4, weiter vorzugsweise größer als 0,45 sein. Dies führt ebenso zu einer gleichmäßigeren Verteilung auf der umhüllenden in Stabrichtung, was die obengenannten Vorteile aufweist. Dieses Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung zum Rippenabstand eignet sich auch bei Anwendung in hochfestem Beton oder für eine Anwendung in selbstverdichtendem Beton (SVB, Ausbreitmaß nach ASTM mindestens 60 cm, vorzugsweise mindestens 65 cm, weiter vorzugsweise mindestens 70 cm).

**[0017]** Der Betonstahl wird durch Warmwalzen hergestellt.

**[0018]** Weiterhin kann der vorzugsweise stabförmige, oft aber auch als Coil ausgelieferte Betonstahl mehrere Rippenreihen aufweisen, vorzugsweise 4. Es können jedoch ebenso 2, 3 oder 6 Rippenreihen vorgesehen sein.

**[0019]** Der Rippenbedeckungsgrad ist größer 50 %, vorzugsweise größer 55%.

**[0020]** Der Mindestwert der bezogenen Rippenfläche liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 30 % unter und 30 % über dem in DIN 488 vorgeschriebenen Mindestwert. Dies gilt vor allem für Betonstähle mit einem Nenndurchmesser von größer gleich 4 mm.

**[0021]** Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden schematischen Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Hierbei zeigen:

Fig. 1a bis 1d eine Seitenansicht, eine um die Längsachse um 90° gedrehte Seitenansicht, eine perspektivische Ansicht sowie einen Schnitt an der Linie D von Fig. 1b eines Betonstahls nach dem Stand der Technik,

Fig. 2a schematisch das Verbundverhalten von Betonstahl in Beton und Fig. 2b eine Dehnungskurve für Betonstahl,

Fig. 3a und 3b zwei um 90° um die Längsachse gedrehte Ansichten eines erfindungsgemäßen Betonstahls, und

Fig. 4 eine Skizze zur Ermittlung des Rippenbedeckungsgrades.

[0022] In den Figuren bedeuten allgemein gleiche Bezugszeichen gleiche Komponenten bzw. Merkmale.

[0023] In Fig. 3 ist ein erfindungsgemäßer Betonstahl dargestellt. Der Rippenneigungswinkel  $\beta$  liegt zwischen  $25^\circ$  und  $55^\circ$  und vorzugsweise bei ca.  $40^\circ \pm 5\%$ . Die Rippenkopfbreite  $b$  ist größer als das 0,2fache und vorzugsweise kleiner als das 0,5 fache des Durchmessers. Der Durchmesser ist der Nenndurchmesser (d.h. der Durchmesser eines gleichschweren Stabes mit kreisrundem Querschnitt).

[0024] Die Rippenkopfbreite  $b$  ist größer als bei Betonstahl nach dem Stand der Technik. Das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung  $b'$  zum Rippenabstand  $c$  ist größer als 0,35, was bei Betonstahl nach dem Stand der Technik nicht der Fall ist. Dort ist dieses Verhältnis kleiner als 0,35. In der dargestellten Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Betonstahl mit vier Rippenreihen dargestellt. Es kann jedoch ebenso gut eine andere Anzahl von Rippenreihen verwendet werden. Die Rippenreihen erstrecken sich vorzugsweise in Längsrichtung des Betonstahls. In Fig. 3b sind zwei von ihnen durch die Bezugsziffern 9 und 10 angedeutet. Die Rippenreihen sind jeweils durch Stege 6 und gegebenenfalls 7 begrenzt.

[0025] Die Verbindung der größeren Rippenbreite in Längsrichtung  $b'$  und des kleineren Rippenneigungswinkel  $\beta$  führt vor allem in Kombination zu einer besseren Rippenfüllung und dadurch zu einer geringeren Ovalität. Hierdurch ergibt sich eine möglichst große und in Stab-längsrichtung gleichmäßig verteilte Fläche auf der Umhüllenden. Durch diese geometrischen Eigenschaften verbessern sich die Verarbeitungsmöglichkeiten auf den Verarbeitungsmaschinen, ein Verhaken der Betonstäbe in der Maschine wird verhindert. Ebenso steht eine größere Schweißfläche zur Verfügung, wodurch die Verbindung zweier verschweißter Betonstäbe verbessert wird.

[0026] Die bezogene Rippenfläche  $f_R$  berechnet sich nach der Formel

$$f_R = \frac{1}{\pi \cdot d_s} \sum_{n=1}^k \frac{\frac{1}{m} \sum_{l=1}^m F_{R(n,l)} \cdot \sin \beta_{(n,l)}}{c_{s(n)}}.$$

wobei  $F_R = \sum_{n=1}^x (h_{s(n)} \cdot \Delta l)$  die Längsschnittfläche einer Rippe in deren Achse

$h_s$  die mittlere Höhe eines beliebigen Schrätzenabschnitts der Länge  $\Delta l$  der in  $x$  Abschnitte unterteilten Schrätzenrippe  
 $\beta$  die Neigung der Rippen zur Stabachse hin

$d_s$  der Nenndurchmesser des Stabes in mm  
 $c_s$  der Mittenabstand der Schrätzenrippen in mm  
 $k$  die Anzahl der Schrätzenrippen am Umfang  
 $m$  die Anzahl der Schrätzenrippen je Reihe  
 $i$  die Anzahl der Längsrippen  
 $h_l$  die Höhe der Längsrippen  
 $(n), (n, l)$  Laufvariablen sind.

[0027] Sie ist ein Maß dafür, wieviel Rippenquerschnittsfläche relativ gesehen auf dem Betonstahl vorhanden ist. A priori ist eine hohe bezogene Rippenfläche gewünscht, da dann ein guter Verbund zwischen Betonstahl und dem umgebenden Beton erwartet werden kann. Unter bestimmten Bedingungen und insbesondere in Verbindung mit hochfesten Betonen (Festigkeit größer  $55 \text{ N/mm}^2$ ) kann eine vergleichsweise geringe bezogene Rippenfläche gleiche oder sogar bessere Ergebnisse liefern. Erfindungsgemäß erscheinen Betonstäbe mit einer bezogenen Rippenfläche  $f_R$  kleiner als 130 % des in DIN 488 vorgesehenen Mindestwertes als vorteilhaft. Vorzugsweise ist die bezogene Rippenfläche kleiner als 115 %, weiter vorzugsweise kleiner als 100 %.

[0028] Bei der Verarbeitung des Stahlbetons ergibt sich durch die verbesserte Geometrie eine geringere Geräuschentwicklung, insbesondere in Rollenrichtanlagen und Rollenführungen und ein geringerer Einfluß auf mechanische, dynamische und geometrische Eigenschaften durch die verwendeten Verarbeitungsautomaten. Dies bedeutet, daß die Verarbeitung von warmgewalztem Stahl dadurch erheblich verbessert wird.

[0029] Mit einem wie oben beschriebenen Betonstahl kann ein Stahlbeton hergestellt werden. Der Stahlbeton weist dann einen Beton und den oben beschriebenen Betonstahl auf. Der Beton hat vorzugsweise eine Festigkeit, die größer als  $55 \text{ N/mm}^2$  ist.

[0030] Fig. 4 zeigt eine Skizze zur Ermittlung des Rippenbedeckungsgrades, wobei  $c$  der Rippenabstand,  $b$  die Rippenkopfbreite und  $l$  die Rippenlänge ist. Der Rippenbedeckungsgrad ist - anschaulich gesprochen - der Anteil der schraffierten Fläche  $A$  auf der Umhüllenden im Verhältnis zur Gesamtumhüllenden des Betonstahls, wobei die Flächen von Stegen 6 und ggf. 7 mitgerechnet werden.

[0031] Der Rippenbedeckungsgrad ist ein relatives Maß für die von Rippenköpfen 2a und Stegen 6, 7 auf der Umhüllenden eines Betonstahls eingenommene Fläche. Der Rippenbedeckungsgrad RBG berechnet sich vorzugsweise gemäß folgender Formel:

$$RBG = \frac{b \cdot \sum l + c \cdot \sum e}{d \cdot \pi \cdot c} \cdot 100\%.$$

mit

$b$  = Rippenkopfbreite,

l' = Länge der Rippen in Rippenrichtung innerhalb einer Schrittweite c,  
 e = Stegbreite (Rippenreihenabstand),  
 c = Rippenabstand in Längsrichtung,  
 d = Nenndurchmesser.

[0032] Die Summierung erfolgt über den Umfang.

[0033] Der geforderte Rippenbedeckungsgrad hat den Vorteil, daß sich die Laufruhe und die Richtbarkeit des Stahlbetons verbessern. Ebenso ist das Verhakungsrisiko bei der Verarbeitung geringer, und die Verschweißbarkeit ist durch die größeren Kontaktflächen besser.

[0034] Typische Durchmesser stabförmigen Materials des Betonstahls sind minimal 4 mm, maximal 65 mm, vorzugsweise minimal 6 mm, maximal 32 mm. Typische Längen stabförmigen Materials sind minimal 2 m, maximal 30 m, vorzugsweise minimal 6 m, maximal 24 m. Typische Durchmesser von Ringen des Betonstahls sind minimal 0,5 m, maximal 2 m, vorzugsweise minimal 0,7 m, maximal 1,8 m. Der Betonstahl kann auch mattenförmig ausgebildet sein. Hier sind dann Stäbe, die wie oben ausgebildet sind, gitterförmig miteinander verbunden, vorzugsweise verschweißt. Der Betonstahl kann auch als vorgefertigte bzw. eingebaute Bewehrung, z. B. als Gitterträger, Bewehrungskorb oder Bewehrungsbügel bzw. Stab in Fixlänge ausgebildet sein.

#### Patentansprüche

1. Stabförmiger Betonstahl, auch in Ringen anwendbar, mit Rippen (2) und Stegen (6), wobei die Rippen (2) einen Rippen-Neigungswinkel ( $\beta$ ) zur Längsachse des Betonstahls (1) aufweisen und die Stege (6) in Längsrichtung des Betonstahls (1) verlaufen, wobei eine Rippenkopfbreite b der Rippen (2) größer als das 0,2-fache des Nenndurchmessers des Betonstahls (1) ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betonstahl warmgewalzt ist und dass der Rippenbedeckungsgrad auf der Umhüllenden größer als 50% ist, wobei der Rippenbedeckungsgrad das relative Maß für die von Rippenköpfen (2a) der Rippen und von den Stegen (6) auf der Umhüllenden eingenommene Fläche ist, wobei die Umhüllende einen kreisförmigen Querschnitt mit dem Nenndurchmesser des Betonstahls als Kreisdurchmesser hat.
2. Betonstahl (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rippenneigungswinkel  $\beta$  zur Längsachse des Betonstahls 25° bis 55°, vorzugsweise 35° bis 45°, weiter vorzugsweise 37° bis 42° beträgt.
3. Betonstahl (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rippenneigungswinkel für alle Rippen (2) im wesentlichen gleich ist.

4. Betonstahl (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung b' zum Rippenabstand c in Richtung der Betonstahlachse (A) größer 0,35 ist.
5. Betonstahl (1) nach einem der vorherigen Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** er mehrere Rippenreihen aufweist, vorzugsweise vier.
6. Betonstahl (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rippenbedeckungsgrad größer 55 % ist.
7. Betonstahl (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die bezogene Rippenfläche  $f_R$  kleiner als 130 % der in DIN 488 vorgeschriebenen Mindestwertes, vorzugsweise kleiner als 115 %, weiter vorzugsweise kleiner 100 % ist.

#### Claims

1. Rod-like concrete reinforcing steel, applicable also as coil, comprising ribs (2) and ligaments (6), the ribs (2) having a rib inclination angle ( $\beta$ ) with respect to the longitudinal axis of the concrete reinforcing steel (1) and the ligaments extending in longitudinal direction of the concrete reinforcing steel (1), wherein the width b of the rib heads of the ribs (2) is larger than 0,2 times the nominal diameter of the concrete reinforcing steel (1), **characterized in that** the concrete reinforcing steel is made by hot rolling and that the rib covering degree on the enveloping surface is larger than 50 %, the rib covering degree being the relative measure for the area covered by the rib heads (2a) of the ribs (2) and by the ligaments (6) on the enveloping surface, wherein the enveloping surface has circular cross-section with the nominal diameter of the concrete reinforcing steel as diameter of the circle.
2. Concrete reinforcing steel (1) of claim 1, **characterized in that** the rib inclination angle ( $\beta$ ) with respect to the longitudinal axis of the concrete reinforcing steel is between 25 ° and 55 °, preferably between 35 ° and 45 °, further preferably between 37 ° and 42 °.
3. Concrete reinforcing steel (1) of claim 1, **characterized in that** the rib inclination angle is substantially the same for all ribs (2).
4. Concrete reinforcing steel (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the ratio of rib width in longitudinal direction b' and rib distance c in direction of the concrete reinforcing steel axis

(A) is larger than 0,35.

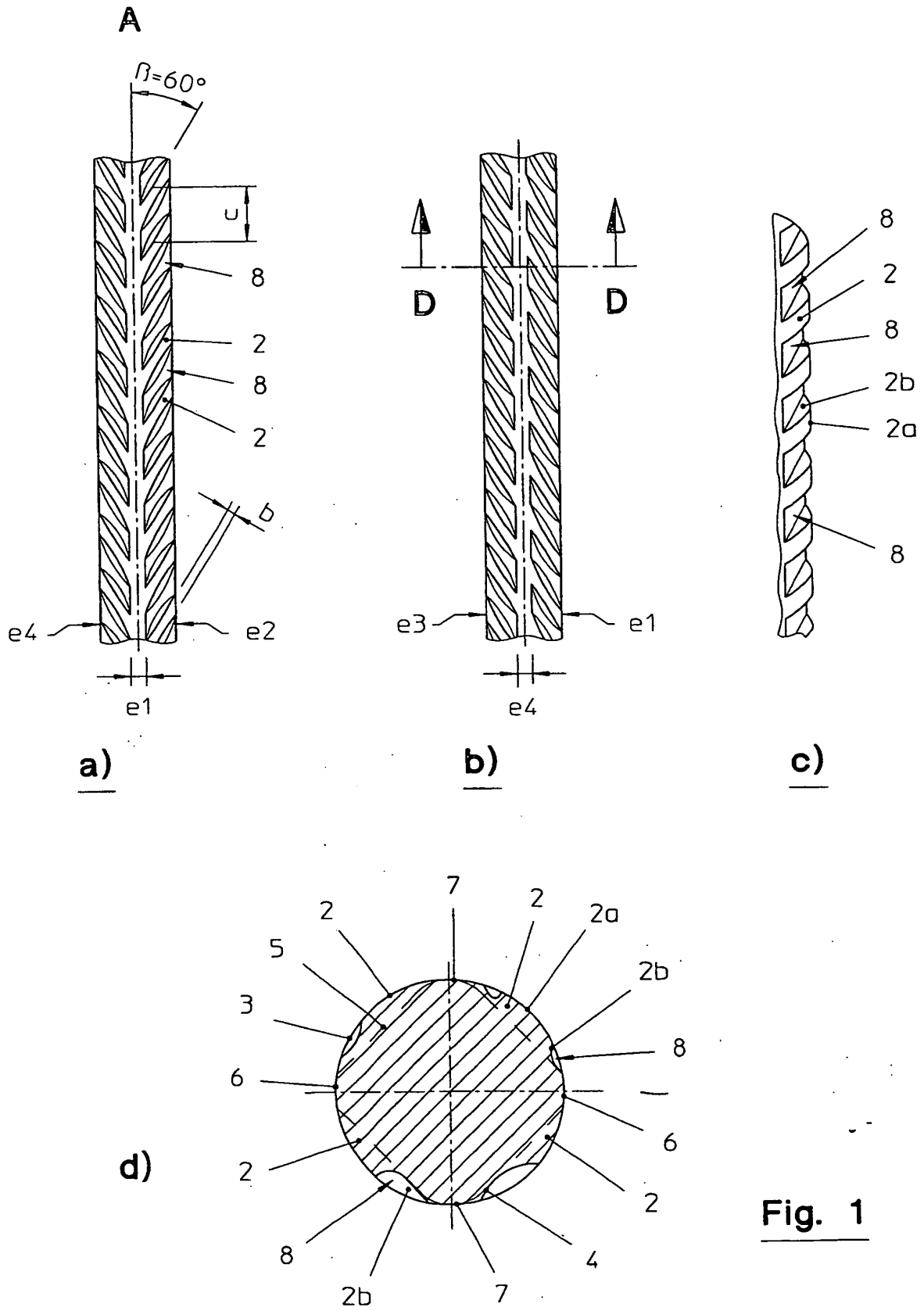
5. Concrete reinforcing steel (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises a plurality of, preferably four, rows of ribs. 5
6. Concrete reinforcing steel (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the rib covering degree is larger than 55 %. 10
7. Concrete reinforcing steel (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the related rib area  $f_R$  is smaller than 130 % of the value prescribed in DIN 488, preferably smaller than 115 %, further preferably smaller than 100 %. 15

cédentes, **caractérisé en ce que** le taux de couverture des nervures est supérieur à 55 %.

7. Acier à béton (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la surface de nervure spécifique  $f_R$  est inférieure à 130 % de la valeur minimale prescrite par DIN 488, de préférence inférieure à 115 %, et notamment de préférence inférieure à 100 %.

## Revendications

1. Acier à béton en forme de barre, également utilisable en bobines, avec des nervures (2) et des âmes (6), les nervures (2) présentant un angle d'inclinaison des nervures ( $\beta$ ) par rapport à l'axe longitudinal de l'acier à béton, et les âmes (6) s'étendent dans le sens longitudinal de l'acier à béton (1), une largeur de sommet de nervure  $b$  des nervures (2) étant supérieure à 0,2 fois le diamètre nominal de l'acier à béton (1), **caractérisé en ce que** l'acier à béton est laminé à chaud, et **en ce que** le taux de couverture des nervures sur l'enveloppe est supérieur à 50 %, le taux de couverture des nervures étant la grandeur relative pour la surface occupée sur l'enveloppe par les sommets (2a) des nervures et par les âmes (6), l'enveloppe ayant une section circulaire avec comme diamètre de cercle le diamètre nominal de l'acier à béton. 20 25 30 35
2. Acier à béton (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'angle d'inclinaison des nervures  $\beta$  par rapport à l'axe longitudinal de l'acier à béton est compris entre 25° et 55°, de préférence entre 35° et 45°, et notamment de préférence entre 37° et 42°. 40
3. Acier à béton (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'angle d'inclinaison des nervures est sensiblement le même pour toutes les nervures (2). 45
4. Acier à béton (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rapport entre la largeur de nervure dans le sens longitudinal  $b'$  et l'intervalle entre les nervures  $c$  est supérieur à 0,35 dans le sens de l'axe de l'acier à béton (A). 50
5. Acier à béton (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte plusieurs rangées de nervures, de préférence quatre. 55
6. Acier à béton (1) selon l'une des revendications pré-



**Fig. 1**

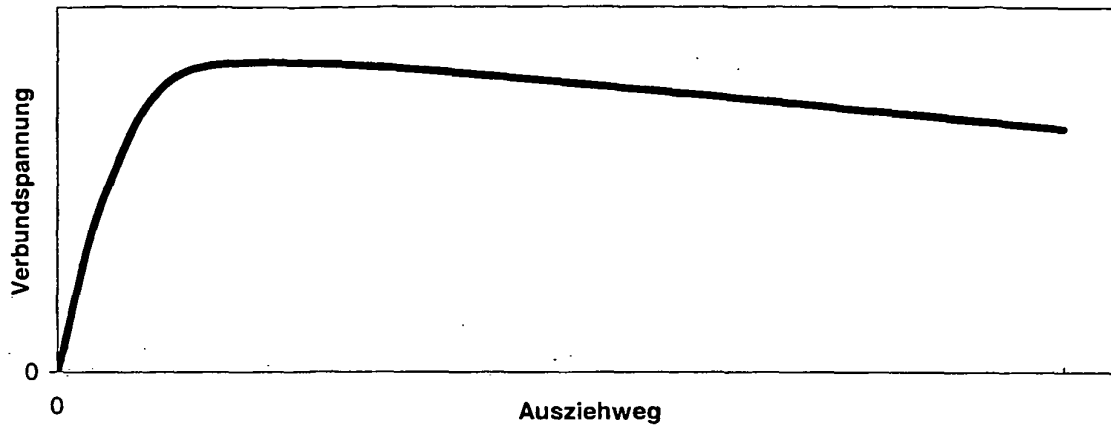


Fig. 2.a

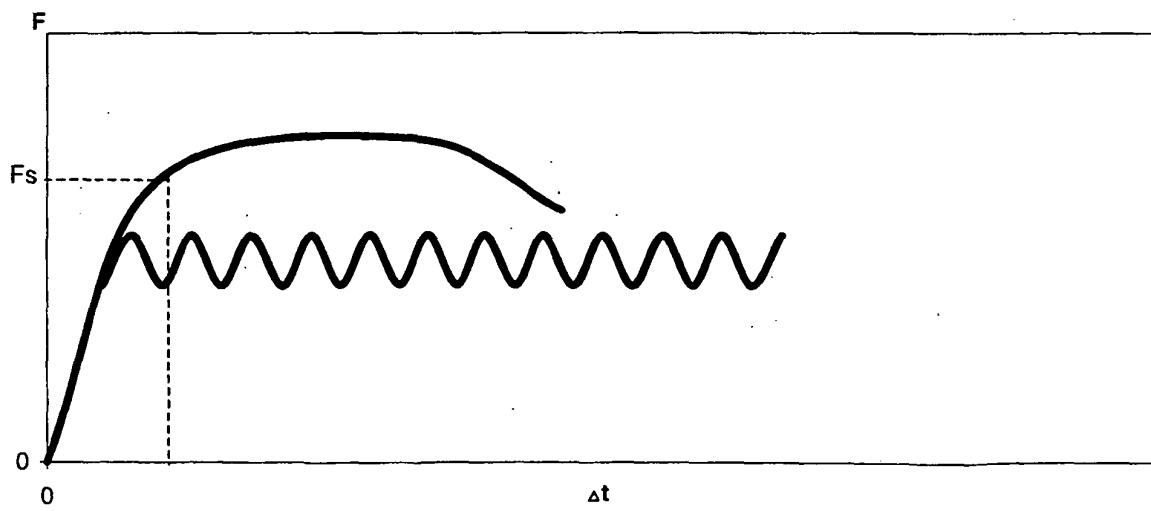
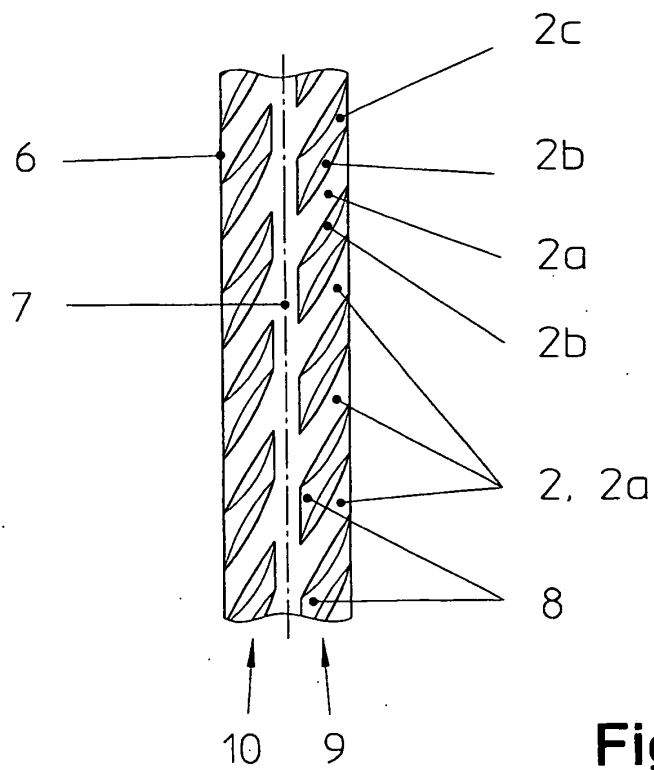
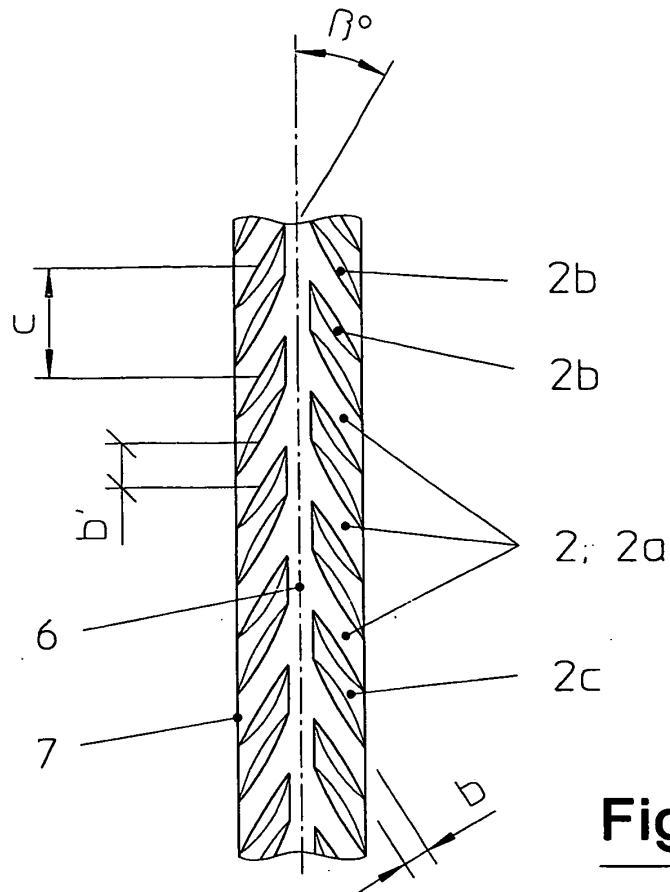
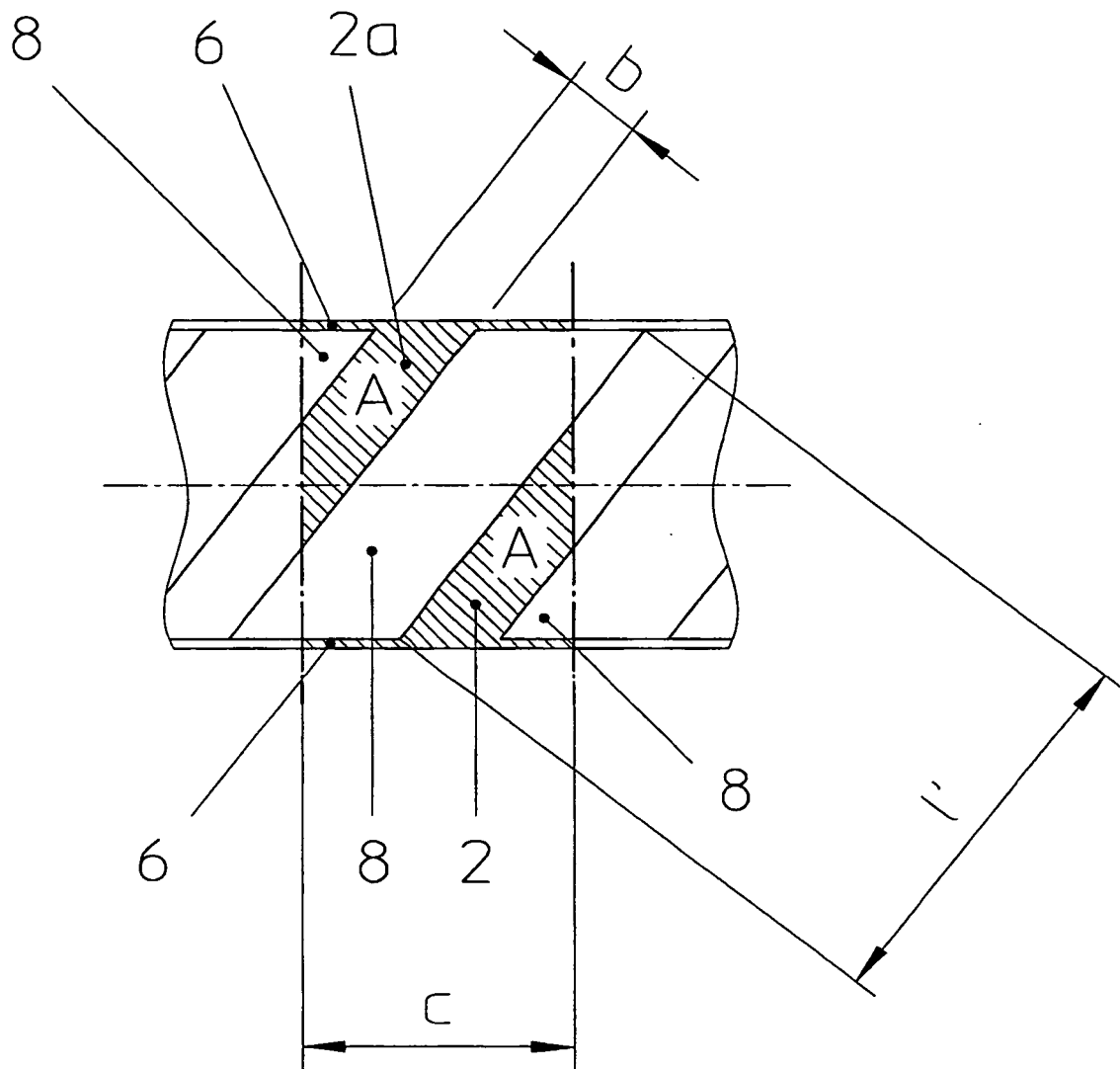


Fig 2.b







**Fig. 4**