

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 231 331 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.08.2002 Patentblatt 2002/33

(51) Int Cl.7: **E04C 5/03**

(21) Anmeldenummer: **02002017.8**

(22) Anmeldetag: **06.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

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

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

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

(71) Anmelder: **Badische Stahlwerke GmbH**
77694 Kehl/Rhein (DE)

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

(57) Die Erfindung betrifft Betonstahl mit Rippen, deren Neigungswinkel β zur Längsachse des Betonstahls 25 bis 55°, vorzugsweise 37 bis 42° beträgt, wobei die Rippenkopfbreite b größer als das 0,2fache und vorzugsweise kleiner als das 0,5fache des Nenndurch-

messers ist, und wobei das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung b' zum Rippenabstand c in Richtung der Betonstahlachse größer 0,35, und der Rippenbedeckungsgrad größer 45%, vorzugsweise größer 50%, weiter vorzugsweise größer 55% ist.

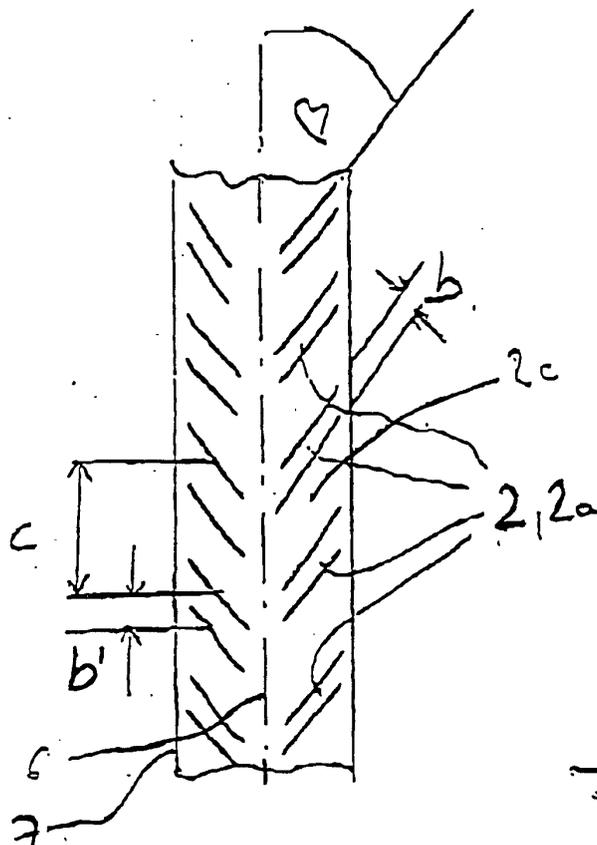


Fig. 3a

EP 1 231 331 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen 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] 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, oder 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 β der auf der Oberfläche vorhandenen Rippen üblicherweise ca. 60° . Diese geometrische Anordnung der Rippen beeinflusst das Verbundverhalten des Betonstahls in dem Stahlbeton.

[0003] 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.

[0004] 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 β zwischen Längsrichtung der betrachteten Rippe und der Richtung der Längsachse A des Betonstahls beträgt bei Betonstählen nach dem Stand der Technik ungefähr 60° . Der Abstand zweier Rippen 2 in Längsrichtung (Rippenabstand) beträgt c, die Rippenkopfbreite einer Rippe 2 quer zur Längsrichtung der be-

trachteten 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.

[0005] 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 gerundeten 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..

[0006] 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 Betonsocke zwischen den Rippen geschwächt wird.

[0007] 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.

[0008] Diese mechanischen/dynamischen Eigenschaften (Dauerschwingeigenschaften) sind verbesser-

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

[0009] 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.

[0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Rippenneigungswinkel β zur Längsachse des Betonstahls 25 bis 55°, vorzugsweise 35 bis 45°, weiter vorzugsweise 37 bis 42° beträgt. Dieser geringe Rippenneigungswinkel β 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 Betonstahl 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.

[0011] 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.

[0012] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß weiterhin dadurch gelöst, daß eine Rippenkopfbreite b der Rippen größer als das 0,2fache, vorzugsweise kleiner als das 0,5fache des Nenndurchmessers ist, und 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 Betonstäben, 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.

[0013] 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.

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung kann weiterhin auch dadurch gelöst werden, daß das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung b' zum Rippenabstand c in Richtung der Betonstahlachse größer als 0,35, vorzugsweise größer 0,4, weiter vorzugsweise größer als 0,45 ist. 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).

[0015] Vorzugsweise wird der Betonstahl durch Warmwalzen hergestellt.

[0016] 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.

[0017] Der Rippenbedeckungsgrad ist vorzugsweise größer 45 %, weiter vorzugsweise größer 50 %, weiter vorzugsweise größer 55%.

[0018] 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.

[0019] Die Erfindung betrifft weiterhin einen Stahlbeton mit einem Betonstahl, wobei dieser wie oben ausgeführt ausgebildet ist, wobei Beton mit einer Druckfestigkeit verwendet wird, die größer als 55 N/mm², vorzugsweise größer 65 N/mm² ist, d. h. hochfester Beton. Die vorliegende Erfindung betrifft ebenso die Verwendung von Betonstahl, wobei der Betonstahl zur Herstellung von Stahlbeton vorzugsweise mit hochfestem Beton mit einer Festigkeit von 55 N/mm² oder größer, vorzugsweise 65 N/mm² und größer verwendet wird. Die vorliegende Erfindung ist selbstverständlich nicht auf hochfesten Beton beschränkt, sie kann ebenso mit selbstverdichtendem oder sonstigem Beton verwendet werden.

[0020] 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.

[0021] In den Figuren bedeuten allgemein gleiche Bezugszeichen gleiche Komponenten bzw. Merkmale.

[0022] In Fig. 3 ist ein erfindungsgemäßer Betonstahl dargestellt. Der Rippenneigungswinkel β liegt zwischen 25° und 55° und vorzugsweise bei ca. 40° +/- 5 %. Die Rippenkopfbreite b ist größer als das 0,2fache und vorzugsweise kleiner als das 0,5 fache des Durchmessers. Der Durchmesser kann der Nenndurchmesser sein (d h. der Durchmesser eines gleichschweren Stabes mit kreisrundem Querschnitt). Es kann sich aber auch um den maximalen Durchmesser (entsprechend Kontur 3 in Fig. 1d) handeln oder um den Durchmesser, der sich anhand der Täler $2c$ ergibt. Das Merkmal hinsichtlich des Rippenneigungswinkels β kann unabhängig von oder zusammen mit den nachfolgend genannten Merkmalen verwirklicht werden. Auch die nachfolgend genannten Merkmale hinsichtlich Rippenkopfbreite b , der Rippenbreite b' in Längsrichtung, der bezogenen Rippenfläche und des Rippenbedeckungsgrades können für sich alleine stehend als Gegenstand der Erfindung angesehen werden.

[0023] 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.

[0024] Die Verbindung der größeren Rippenbreite in Längsrichtung b' und des kleineren Rippenneigungswinkel β führt vor allem in Kombination zu einer besseren Rippenfüllung und dadurch zu einer geringeren Ovalität. Hierdurch ergibt sich eine möglichst große und

in Stablängsrichtung gleichmäßig verteilte Fläche auf der Umhüllenden. Durch diese geometrischen Eigenschaften verbessern sich die Verarbeitungsmöglichkeiten auf den Verarbeitungsmaschinen, ein Verhaken der Betonstähle in der Maschine wird verhindert. Ebenso steht eine größere Schweißfläche zur Verfügung, wodurch die Verbindung zweier verschweißter Betonstähle verbessert wird.

[0025] Die bezogene Rippenfläche f_R berechnet sich nach der Formel

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

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 Schrägrippenabschnitts der Länge Δl der in x Abschnitte unterteilten Schrägrippe

β die Neigung der Rippen zur Stabachse hin

d_S der Nenndurchmesser des Stabes in mm

c_S der Mittenabstand der Schrägrippen in mm

k die Anzahl der Schrägrippen am Umfang

m die Anzahl der Schrägrippen je Reihe

i die Anzahl der Längsrippen

h_l die Höhe der Längsrippen

$(n), (n, l)$ Laufvariablen sind.

[0026] 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 N/mm²) kann eine vergleichsweise geringe bezogene Rippenfläche gleiche oder sogar bessere Ergebnisse liefern. Erfindungsgemäß erscheinen Betonstähle 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 %.

[0027] Bei der Verarbeitung des Stahlbetons ergibt sich durch die verbesserte Geometrie eine geringere Geräuscentwicklung, insbesondere in Rollenrichtanlagen und Rollenführungen und ein geringerer Einfluß auf mechanische, dynamische und geometrische Eigen-

schaften durch die verwendeten Verarbeitungsautomaten. Dies bedeutet, daß die Verarbeitung von vorzugsweise warmgewalztem Stahl dadurch erheblich verbessert wird.

[0028] 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 N/mm² ist.

[0029] Die Verwendung des oben beschriebenen Betonstahls zur Herstellung von Stahlbeton ist ebenfalls ein Aspekt der Erfindung. Der verwendete Beton hat vorzugsweise eine Festigkeit von mindestens 55 N/mm², weiter vorzugsweise mindestens 65 N/mm². Die angegebene Festigkeit ist eine Druckfestigkeit.

[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 Gesamthüllenden 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 Verharungsrisiko 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 6m, 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 mitein-

ander 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.

[0035] Zusammenfassend erhält man durch die neuartige Geometrie, d.h. die breitere Rippe und den geringeren Rippenneigungswinkel einen warmgewalzten Betonstahl, der gut weiterverarbeitet werden kann. Ebenso kann der erfindungsgemäße Betonstahl selbstverständlich kaltgewalzt hergestellt werden.

Patentansprüche

1. Betonstahl (1), insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, mit Rippen (2), **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Rippenkopfbreite b der Rippen (2) größer als das 0,2fache, vorzugsweise kleiner als das 0,5-fache, weiter vorzugsweise das 0,3- bis 0,4-fache, noch weiter vorzugsweise das 0,32- bis 0,37-fache des Nenndurchmessers beträgt.
2. Betonstahl (1) mit Rippen (2), **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rippenneigungswinkel β 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), insbesondere nach einem der vorherigen Ansprüche, mit Rippen (2), **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verhältnis der Rippenbreite in Längsrichtung b' zum Rippenabstand c in Richtung der Betonstahlachse (A) größer 0,35 ist, vorzugsweise größer 0,40, weiter vorzugsweise größer 0,45.
5. Betonstahl (1) nach einem der vorherigen Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betonstahl stabförmig ausgebildet ist.
6. Betonstahl (1) nach einem der vorherigen Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betonstahl durch Warmwalzen hergestellt ist.
7. Betonstahl (1) nach einem der vorherigen Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, daß** er mehrere Rippenreihen aufweist, vorzugsweise vier.
8. Betonstahl (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Rippenbedeckungsgrad größer 45 %, vorzugsweise größer 50 %, weiter vorzugsweise größer 55 % ist.

9. 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 5
100 % ist.
10. Stahlbeton (1) mit einem Betonstahl nach einem der vorstehenden Ansprüche und einem Beton, vorzugsweise einer Festigkeit, die größer als 55 N/mm² ist, weiter vorzugsweise größer als 65 N/mm². 10
11. Verwendung von Betonstahl nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Betonstahl zur Herstellung von Stahlbeton mit Beton mit einer Festigkeit von vorzugsweise größer 15
55 N/mm², weiter vorzugsweise größer 65 N/mm² verwendet wird.

20

25

30

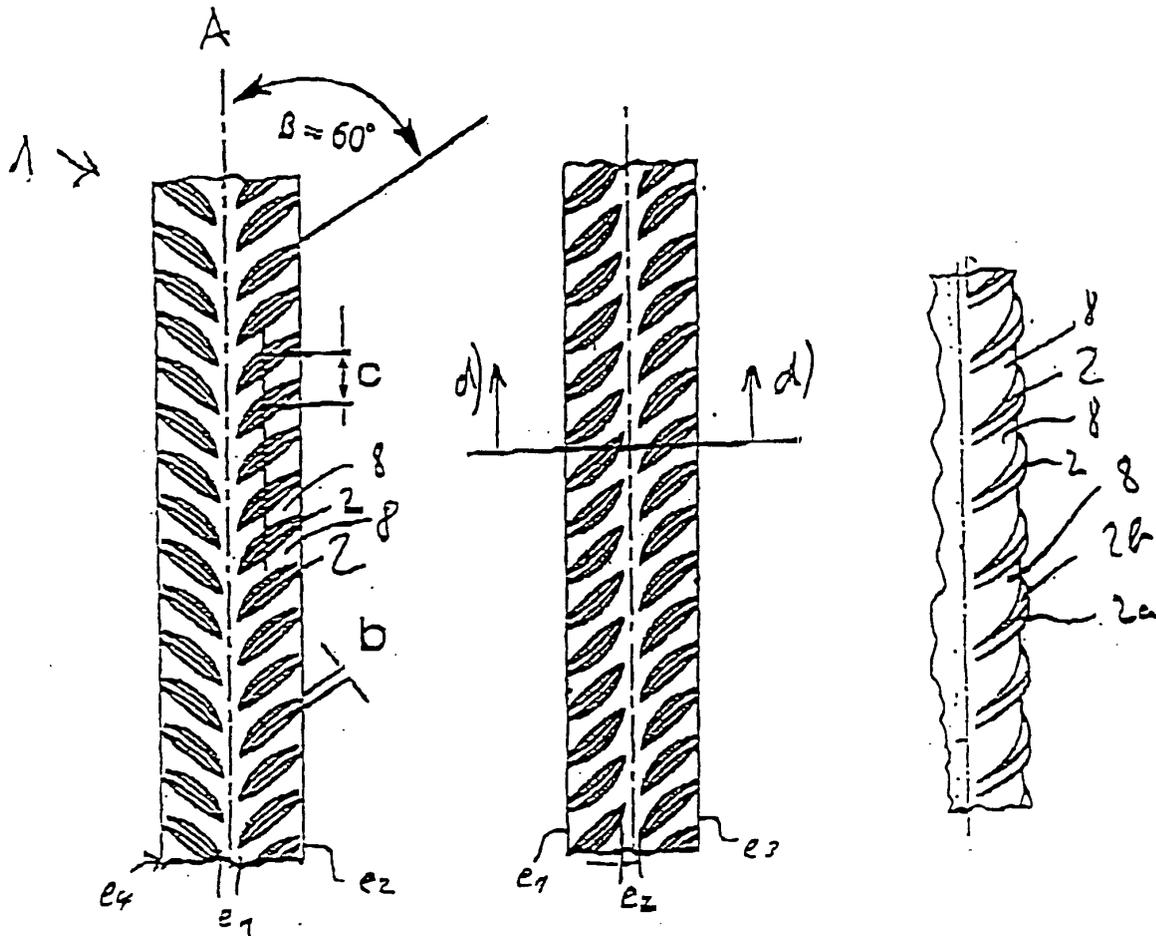
35

40

45

50

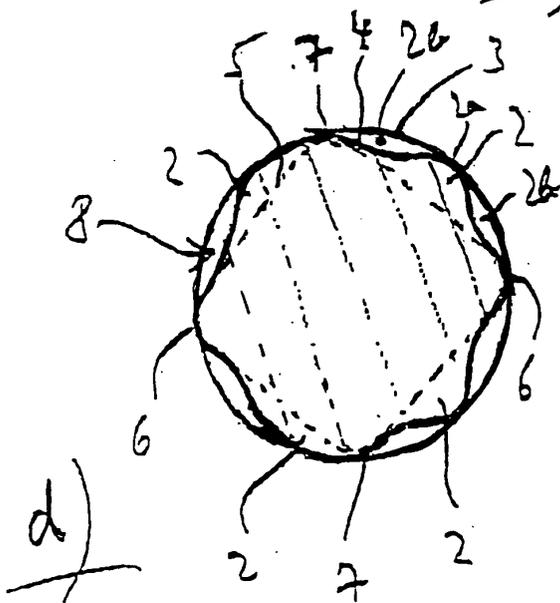
55



a)

b)

c)



d)

Fig. 1

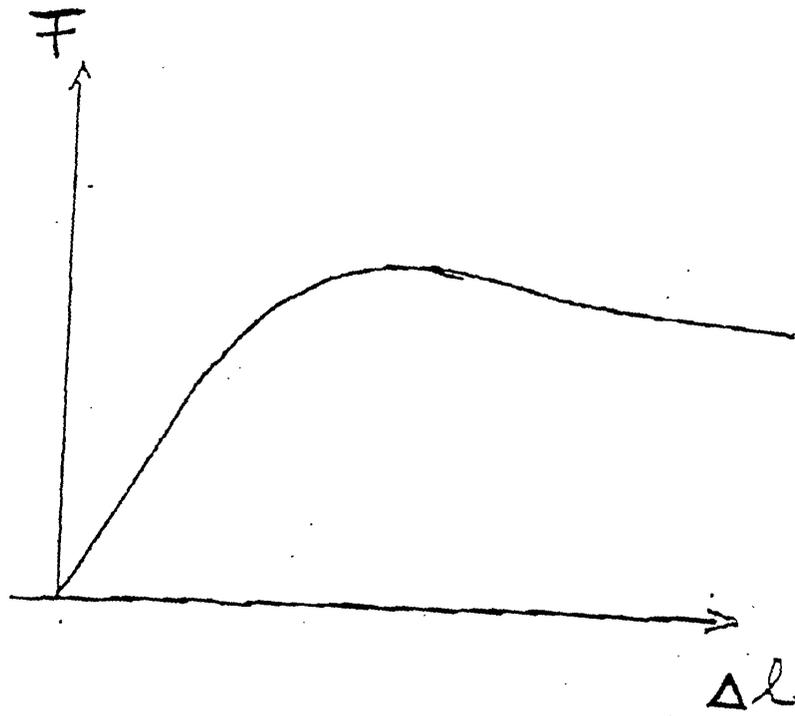


Fig. 2a

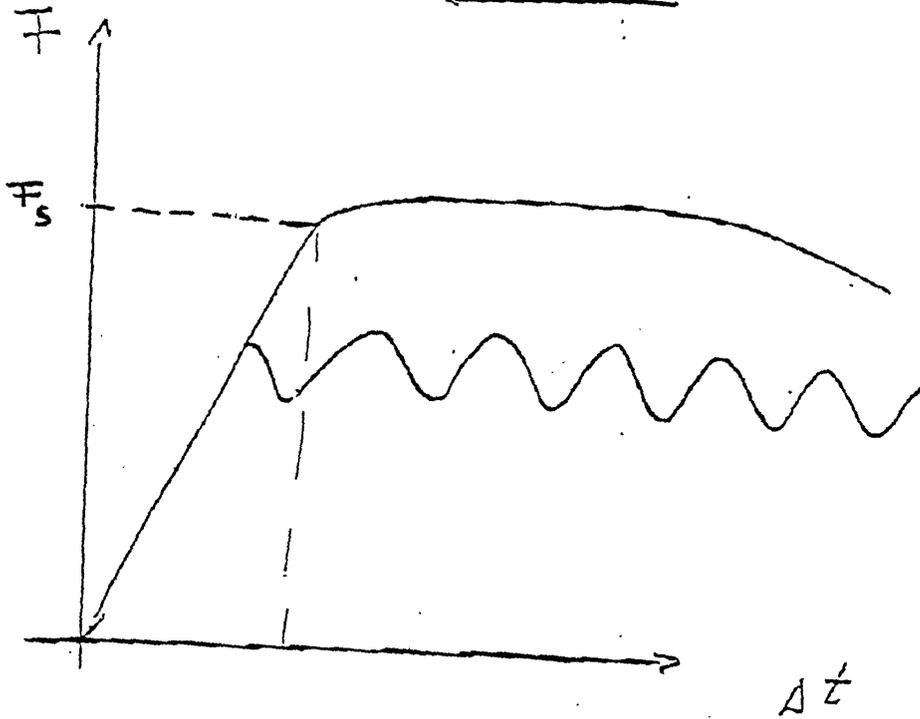


Fig. 2b

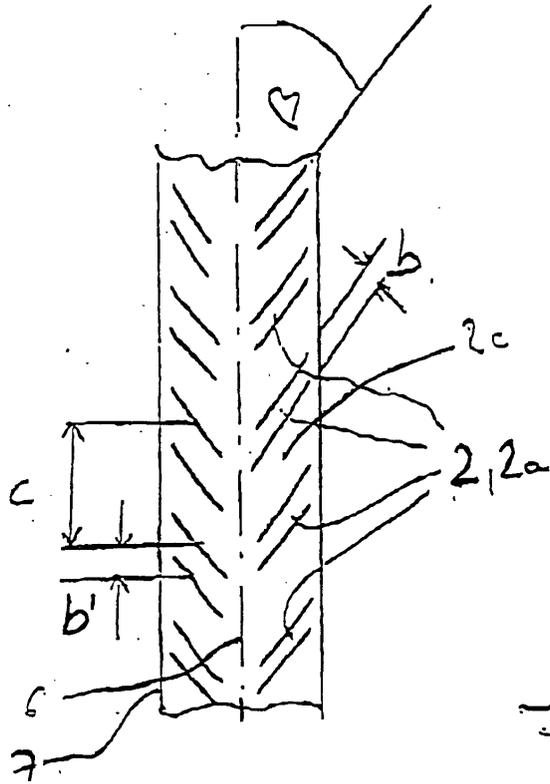


Fig. 3a

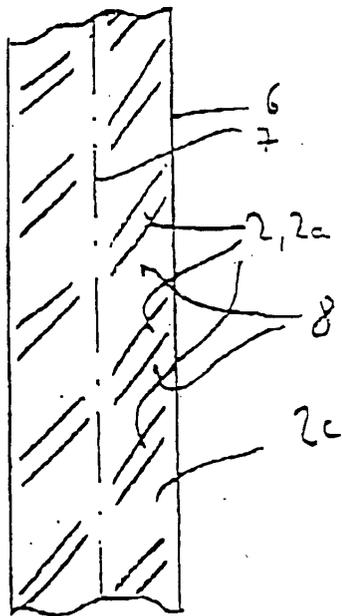


Fig. 3b

FIG. 4

