

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **89730048.9**

51 Int. Cl.⁴: **B 21 B 1/08**

22 Anmeldetag: **28.02.89**

30 Priorität: **02.03.88 DE 3807211**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.09.89 Patentblatt 89/36

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71 Anmelder: **Stahlwerke Peine-Salzgitter AG**
Gerhardstrasse 10
D-3150 Peine (DE)

72 Erfinder: **Babilon, Alfred**
Otto-Hahn-Ring 27
D-3320 Salzgitter 1 (DE)

Eggers, Ulrich
Nachtigallenweg 4
D-3152 Ilsede 1 (DE)

Majewski, Martin
Birkenweg 43
D-3150 Peine (DE)

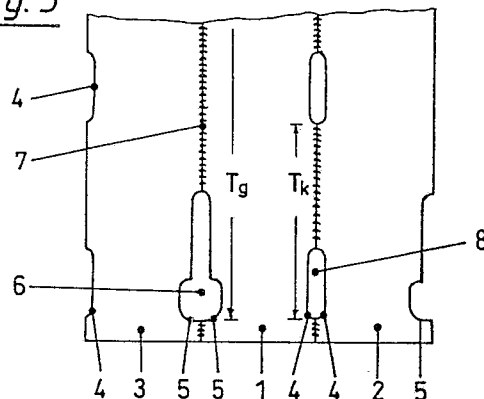
74 Vertreter: **Kaiser, Henning**
SALZGITTER AG Patente und Lizenzen Kurfürstendamm
32 Postfach 15 06 27
D-1000 Berlin 15 (DE)

54 Verfahren zum Herstellen eines Stahlprofils, Stahlprofil und dessen Anwendung.

57 Es wird ein Stahlprofil und ein Verfahren zum Warmwalzen eines Stahlprofils mit an den Flanschenden, die von einem Flanschknuten ausgehen, periodisch einzuwalzenden Rücksprüngen vorgeschlagen, bei dem für tiefe und lange Rücksprünge (6, 8) bestimmte Material-Fließbedingungen und Fließquerschnitte sowie Gestaltungsrichtlinien für die den Rücksprung erzeugende Kaliberwalze angegeben werden.

Derartige Walzprofile werden zur Bildung von aus einzelnen Profilen (1, 2, 3) zusammengesetzten Bauteilen und deren formschlüssige Verbindung verwendet.

Fig. 3



Beschreibung**Verfahren zum Herstellen eines Stahlprofils, Stahlprofil und dessen Anwendung**

Die Erfindung betrifft ein Stahlprofil, daß an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzte Rücksprünge aufweist und bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Stahlprofils durch Warmwalzen.

Stahlprofile mit Rücksprüngen oder Ausnehmungen in einem oder mehreren der Enden oder Kanten von Flanschen können die Form von H-Profilen, I-Profilen, Doppel-T-Profilen, T-Profilen oder Winkelprofilen aufweisen. Die Rücksprünge dienen zur Verbindung mit anderen Bauteilen. Die Profile können auch zusammengeschweißt werden, wobei ein Paar von Rücksprüngen eine Öffnung bildet, in die ein anderes Bauteil eingreifen kann. Die Profile können symmetrisch oder asymmetrisch sein. Die Rücksprünge an verschiedenen Flanschen eines Profils können unterschiedlich ausgebildet sein. Zwischen zwei Flanschteilen eines derartigen Profils, beispielsweise eines H-Profiles, befindet sich ein Flanschknoten, an dem bei dem H-Profil der Steg anschließt.

Durch das Einwalzen von Rücksprüngen in den Flanschenden eines Profils werden Konturen erzeugt, die möglichst eng dem endgültigen Verwendungszweck angepaßt sind, so daß umfangreiche spanende oder sonstige formende Bearbeitungen vermieden werden und auch die Kerbwirkung an den Rücksprüngen verringert wird.

Es ist bekannt, Grubenausbauprofile mit H-förmigem Querschnitt für formschlüssige Verbindungen an den Flanschen mit während des Walzvorganges ausgebildeten Rücksprüngen zu versehen (DE 33 07 230 A1), die an den Flanschenden keine Materialaufstauhungen enthalten. Die Rücksprünge sind relativ klein im Verhältnis zur Flanscbreite. Besondere Walzbedingungen sind nicht offenbart.

Tiefe und lange Rücksprünge konnten bisher spanlos nur durch nachträgliche Umformung des fertiggewalzten Profils erzeugt werden (DE-PS 976 549 und GB-PS 786 538).

In der DE-Altpatentanmeldung B 1 4853 VIb/5c ist ein U-Profil offenbart, an das unterbrochene Rippen angewalzt sind, so daß sich halbkreisförmige Rücksprünge ergeben. Die gewalzten U-Profile sind zu Kastenträgern als Grubenprofile zusammengeschweißt, ähnlich wie es auch in GB-PS 786 583 dargestellt ist. Nähere Angaben zum Walzverfahren oder der Bemessung der Profile sind jedoch nicht beschrieben.

Als Aufgabe der Erfindung ergibt sich, ein Walzprofil sowie ein Walzverfahren zum Herstellen derartiger Profile vorzuschlagen, mit dem Rücksprünge in Flansche eingewalzt werden können, wobei die Rücksprünge eine vom Kreisbogen abweichende Form sowie eine verhältnismäßig große Tiefe und Länge erhalten können und eine Erzeugung der Rücksprünge auch in asymmetrischen Flanschteilen möglich ist.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ein Stahlprofil mit an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzten Rücksprüngen durch Warmwalzen auf einem Universalwalzwerk hergestellt, in dem ein vorgewalztes Profil eine Mehrzahl von Walzgerüsten kontinuierlich durchläuft und hierbei auf die Fertigabmessungen umgeformt wird. Bei diesem Verfahren werden während des kontinuierlichen Walzens der Profile in einem oder mehreren Walzschritten die Rücksprünge durch Einwalzen der aus den Rücksprüngen zu verdrängenden Materialmenge in die Flanschknoten mittels einer geeigneten Profilwalze erzeugt. Dabei werden die Formänderungen des Profils in aufeinanderfolgenden Walzschritten so gesteuert, daß bei der Herstellung der Rücksprünge die Summe der gleichzeitig erzeugten Querschnittsflächen dieser Rücksprünge kleiner oder höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises des Flanschknotens vor dem Einwalzen der Rücksprünge ist. Anschließend wird in einem oder mehreren Walzschritten der gesamte Profilquerschnitt um mindestens 10 % gegenüber dem mittleren Querschnitt nach dem Einwalzen der Rücksprünge reduziert. Hierbei wird eine etwaige Stauchung im Bereich der Flanschknoten und/oder des verbliebenen Flanschteiles durch eine Streckung des Profils, insbesondere im Bereich der Rücksprünge, wieder ausgeglichen. Darüberhinaus wird durch die Reduzierung des Querschnittes das Profil auch in den Längenbereichen gestreckt, in dem keine Rücksprünge vorhanden sind. Die Reduzierung der durchschnittlichen gesamten Profilquerschnittsfläche beträgt vorzugsweise 15 bis 20 %.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß es beim Warmwalzen eines Profils, z.B. eines H-Profiles, möglich ist, den Flanschknotenpunkt, also den Übergang vom Steg zum Flansch, "leerzuziehen", wenn die Flanschstreckung zu groß wird. Dabei wird durch Streckung des Flansches Material aus dem Flanschknoten und insbesondere aus dem Übergang zum Steg in den Flansch hineingezogen. Von dieser Erkenntnis über die Verformungsmöglichkeiten am Flanschknoten ausgehend wird erfindungsgemäß die durch das Einwalzen der Rücksprünge entstandene Stauchung oder Verdickung durch eine Streckung des gesamten Profils zurückgeformt, so daß im Bereich der Rücksprünge keine von dem normalen Querschnitt des fertigen Profils abweichenden Verdickungen vorhanden sind. Hierbei wurde es jedoch als eine Bedingung gefunden, daß die Querschnittsflächen der Rücksprünge in jedem Profilquerschnitt kleiner und höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises des Flanschknotens sein müssen. Dabei ist es zweckmäßig, vor dem Inkreis des Flanschknotens vor dem Einwalzen der Rücksprünge auszugehen. Es ist möglich Rücksprünge zu erzeugen, die bis an den Inkreis des Flanschknotens reichen und sogar geringfügig in den Inkreis hineinragen.

In der Praxis bestätigt sich überraschend, daß es bei der Fertigung der vorliegenden Profile darauf ankommt, die gesamte verdrängte Materialmenge der Rücksprünge im wesentlichen in den Flanschknoten zurückzuwalzen und eine entsprechende Streckung des Profils zu erreichen. Eine mögliche Stauchung (Verdickung) des Flansches und/oder des Steges wird in den folgenden Gerüsten durch überproportionales

Strecken ausgeglichen. Die Rücksprünge können erst nach einer gewissen Vor-Umformung des Profils erzeugt werden, da sonst die Maßhaltigkeit der Rücksprünge nicht zu gewährleisten ist. Zufriedenstellende Ergebnisse werden erzielt bei Streckgraden von etwa 10 bis 30 % gute bei 15 bis 20 %, nach Einwalzen der Rücksprünge.

Ein besonderes Problem stellt in diesem Zusammenhang das gleichzeitige oder gestaffelte Walzen von Rücksprüngen in zwei oder mehr Flansche dar, die einen gemeinsamen Flanschknotten haben, also bei Winkelprofilen die Winkellecke, bei T-Profilen der Kreuzpunkt Steg/Flansch; bei H-Profilen liegen, sofern in alle Flansche Rücksprünge zu walzen sind, entsprechend zwei Flanschknotten vor. Erfindungsgemäß muß daher die Gesamtmenge des zu verdrängenden Materialvolumens über die Flanschknotten "abfließen", sonst entstehen Quetschfalten. Näherungsweise läßt sich der Fließquerschnitt durch die Inkreisfläche des Flanschknottens bestimmen, die durch die Flansch-Außenfläche sowie die Radien an den Profilecken begrenzt wird. Das aus den erzeugten Rücksprüngen verdrängte Materialvolumen führt zu einer Verlängerung der die Rücksprünge enthaltenden Längenbereiche des Profils und kann teilweise auch in die keine Rücksprünge enthaltenden Längenbereiche bei der Reduzierung der Querschnittsfläche fließen.

Werden beide Rücksprünge parallel und in gleicher, geringer Tiefe gewalzt, ergeben sich kaum Probleme. Werden ungleich tiefe parallele Rücksprünge in von einem Flanschknotten ausgehende Flanschenden gleichzeitig eingewalzt, so ist die Summe der an etwa einem Flanschquerschnitt maximal auftretenden Rücksprungquerschnitte nicht größer als die Inkreisfläche des Flanschknottens auszubilden. Für eine genaue Teilung der Rücksprünge an den Flanschenden ist zu beachten, daß bereits die Erzeugung der Rücksprünge eine gewisse Längung des Profils im Bereich der Rücksprünge hervorruft. Wenn an beiden Enden eines Flansches verschiedene Rücksprünge nacheinander ohne zwischengeschaltetes, den Querschnitt verringerndes Walzen anzubringen sind, sollten die Rücksprünge zuletzt ausgeformt werden, die die genauere Teilung erfordern. Die Querschnittsverformung der zuerst erzeugten Rücksprünge ist hierbei jedoch zu beachten.

Für die erfindungsgemäße Verformung über den Flanschknotten und die anschließende Streckung sind die Walztemperaturen wichtig. Für das Einwalzen tiefer Rücksprünge in die Flanschenden von im Verwendungszustand höherfesten, nach dem Warmwalzen zu vergütenden oder zu normalisierenden Stahlprofilen, beispielsweise aus der Stahlgüte 31 Mn 4, hat die Praxis die besten Werte bei Walzendtemperaturen von 900 bis 1000 Grad Celsius gezeigt.

Grubenausbauprofile, die während der Erzeugung tiefer Rücksprünge in die Flanschenden, vorzugsweise thermo-mechanisch, gewalzt werden, sollen ihre Endumformung in einem Temperaturbereich erfahren, in dem der Austenit bei der Verformung nicht oder nicht wesentlich rekristallisiert. Die Walztemperatur liegt daher knapp oberhalb Ar3 oder beispielsweise für die Stahlgüte 1 7 MnV 7 zwischen Ar1 und Ar3.

Bei zu geringen Temperaturen und großen Rücksprüngen besteht die Gefahr von Ribbildung am Flanschknotten in den nachgeordneten Walzschritten.

Stahlprofile werden in modernen Walzwerken aus Stranggußbrammen reversierend vorgewalzt und dann in einem Universalwalzwerk beispielsweise mit neun Gerüsten, davon sechs Universal- und drei Stauchgerüste, kontinuierlich bis zur Fertigabmessung gewalzt. Als günstig für das Einwalzen von Rücksprüngen hat sich eine Anordnung entsprechender Kaliberwalzen im zweitletzten bis fünftletzten Gerüst erwiesen, da dort einerseits die Vorformung des Profils ausreichend ist, andererseits aber der Umformgrad noch hoch genug ist, um eventuell entstehende Aufstauchungen wieder maßhaltig zu walzen. Bei Gesamtstreckgraden λ , bezogen auf die Reststreckung der Profile nach dem Einwalzen der Rücksprünge bis einschließlich Fertiggerüst, von $\lambda = 1,1$ bis $1,3$ ergab sich eine gute Maßhaltigkeit der Stahlprofile. Bei verhältnismäßig kleinen Rücksprüngen kann $\lambda = \text{ca. } 1,05$ genügen, während große Rücksprünge λ bis $1,4$ und gegebenenfalls mehr erfordern können. Der Gesamtstreckgrad λ umfaßt die durch Querschnittsreduzierung erzeugte Streckung (Verlängerung) der Längenbereiche ohne Rücksprünge und die gegebenenfalls größere Streckung der Bereiche mit Rücksprüngen.

Die zuvor geschilderte Maßnahme einer weiteren Stichabnahme nach dem Einwalzen der Rücksprünge ermöglicht es, längere Rücksprünge zu erzeugen, als es dem Walzkaliber, d.h. der Länge des den Rücksprung erzeugenden Walzenabschnittes, entspricht. Je größer der abschließende Umformgrad ist, desto kleiner kann das Walzkaliber für den Rücksprung gewählt werden. Der abschließende Umformgrad darf, unter Berücksichtigung des bekannten Breitenverhaltens des Profils während des Walzens, andererseits nicht zu hoch sein, wenn ein exakter Abstand zwischen den Rücksprüngen - die periodische Teilung - gefordert ist. Dieses gilt insbesondere für das Teilungsverhältnis unterschiedlich langer Rücksprünge auf einem oder mehreren Flanschen des Profils zueinander.

Durch Schwankungen beispielsweise in der Walzzugkraft, Kalibergeometrie, Materialfestigkeit und Walzguttemperatur verursachte Toleranzen verringern mit zunehmendem Umformgrad die Genauigkeit der Teilung. Diese Einflußfaktoren sind daher mit dem für die Reststreckung zu wählenden Streckgrad abzustimmen.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der besseren Bearbeitbarkeit werden für die Erzeugung der Rücksprünge zusammengesetzte Kaliberwalzen verwendet, die einen entsprechenden, austauschbaren Kaliberteil haben. Diese Walzenteile sind sehr starkem Verschleiß unterworfen und sollten daher aus beständigem Werkstoff bestehen als die übrigen Walzenteile.

Bei der Festlegung der erzeugenden Kaliberlänge ist erfindungsgemäß die Erkenntnis zu berücksichtigen, daß nach dem Einwalzen der Rücksprünge die Streckung des Gesamtprofils nicht identisch ist mit der

Streckung der Profilquerschnitte im Bereich der Rücksprünge. Profile mit Rücksprüngen bis nahe an den Flanschknuten zeigten während der anschließenden Walzung eine zusätzliche plastische Dehnung des Profiles bis zu 20 %.

Dieser Effekt kann erfindungsgemäß gezielt eingestellt werden. Moderne kontinuierliche Profilwalzstraßen haben einen Regelkreis für die Einstellung einer bestimmten Zugkraft für das Walzgut zwischen den Gerüsten. Stellgröße ist unter anderem die Walzendrehzahl. Da die Massenträgheit der Walzen eine schlagartige Drehzahländerung verhindert, wird die Zugspannung proportional zur vorgegebenen Zugkraft und des im Bereich der Rücksprünge verminderten Profilquerschnittes größer und das Profil wird plastisch gedehnt. Damit ist eine unerwünschte partielle Stauchung des Steges/Flansches wenigstens teilweise korrigierbar, und es kann eine definierte, nur in dem Rücksprungbereich wirksame Profilstreckung erreicht werden.

Unter anderem aus Gründen der Materialersparnis werden die häufig als tragende Bauteile verwendeten H-Profile, I-Profile oder T-Profile insbesondere in Sonderabmessungen konstruktiv so gestaltet, daß sich ein größtmögliches Widerstands-/Trägheitsmoment ergibt. Dadurch entstehen sehr dünne Stege und dicke Flansche. Aus walztechnischen Gründen sollte das erfindungsgemäß mit Rücksprüngen versehene Profil jedoch einen Mindestquerschnitt am Flanschknuten und am Steg aufweisen. Erfindungsgemäß sollen daher die Stegdicke, der Radius am Übergang Steg/Flansch und der Inkreis des Flanschknutens größer als 5 % der für das Widerstandsmoment maßgebenden Profilhöhe betragen.

Walztechnisch und konstruktiv optimierte Profilquerschnitte weisen erfindungsgemäß ein bestimmtes Verhältnis der genannten Maße auf. Der Inkreisradius sollte 15 bis 40 größer als der Stegradius und dieser 12 bis 25 % größer als die Stegdicke sein, wobei die jeweils unteren Grenzwerte bei den größeren Profilhöhen einer Reihe von Profilen ähnlicher Querschnittsform und unterschiedlicher Höhe anwendbar sind.

Das erfindungsgemäß erzeugte Profil kann beispielsweise zu Kastenträgern zusammengeschweißt werden. Bei Verschweißung von vier Winkelprofilen mit Rücksprüngen in beiden Schenkeln, die teilungsgerecht spiegelsymmetrisch an den Längskanten verschweißt werden, ergibt sich ein rechteckiger Kastenträger mit Durchbrüchen auf allen vier Seiten, wobei die Durchbruchbreite den addierten Rücksprungtiefen benachbarter Schenkel entspricht. Auf ähnliche Weise können breite, gelochte Bauteile aus T-Trägern oder mit Flanschen versehene, gelochte Kastenträger aus H-Profilen geschweißt werden.

Anhand einiger Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden.

Es zeigen

- Fig. 1 ein erfindungsgemäß gewalztes T-Profil in perspektivischer Sicht,
- Fig. 2 einen Querschnitt A-A des T-Profiles gemäß Fig. 1 im vergrößerten Maßstab,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform erfindungsgemäß gewalzter Profile,
- Fig. 4 einen erfindungsgemäß erzeugten Rücksprung.

Ein asymmetrisches T-Profil (Fig. 1) weist in Walzrichtung W am linken Flansch zwei langgestreckte kleine Rücksprünge Rk1, Rk2 auf. Gegenüberliegend von Rk2 ist im rechten Flansch ein mit zunehmender Walzlänge tiefer werdender großer Rücksprung angeordnet, der bis in die Nähe des Steges S reicht.

Die tatsächlichen Größenverhältnisse des Profilquerschnittes ergeben sich aus Fig. 2, die einen Schnitt entlang Linie A-A durch das T-Profil gemäß Fig. 1 darstellt.

Die Tabelle zeigt die absoluten Werte der Profilabmessung gemäß Fig. 2 für eine fertiggewalzte asymmetrisches Profil mit unterschiedlich großen Rücksprüngen an beiden Flanschen.

Tabelle

s	=	5 mm	bf	=	50 mm	tk	=	6,5 mm
rs	=	6 mm	h	=	80 mm	tg	=	9 mm
ri	=	8 mm		=	16,7	bk	=	7 mm
						bg	=	13 mm

Der Radius ri des Inkreises zwischen den Stegradien rs und der Flansch-Außenfläche Fa ist so bemessen, daß die Inkreisfläche Fi größer als die Summe der querschnittsflächen FRk2 und FRg der eingewalzten Rücksprünge Rk2 und Rg ist.

Unter Vernachlässigung der Kantenradien an den Flanschenden ergeben sich für das Profil in Fig. 2 folgende Werte:

$$F_{Rk2} = \int_0^{b_k} (t_k + b_k \cdot \tan \alpha) db_k$$

5

$$F_{Rk2} = 52,85 \text{ mm}$$

$$F_{Rg} = 142,35 \text{ mm} \quad (\text{sinngemäß errechnet})$$

10

$$F_R = F_{Rk2} + F_{Rg} = 195,20 \text{ mm}$$

$$F_i = 201,06 \text{ mm}$$

15

Daraus folgt:

$$F_R / F_i = 0,97$$

20

Die Material-Fließbedingung ist eingehalten worden für die Stelle der tiefsten eingewalzten Rücksprünge. Die praktische Walzung mit entsprechend ausgebildeten Kaliberwalzen erbrachte ein einwandfrei maßgetreu gewalztes Profil.

Sollten die Rücksprünge an beiden Flanschen eine schwankende, eventuell sogar gegenläufige Tiefenänderung aufweisen, ist die größte, von den Kaliberwalzen gerade zu walzende, gesamte Querschnittsverringerung zu berücksichtigen.

25

Bei der abschließenden Streckung wurde die Querschnittsfläche des Profiles nach Fig. 2 innerhalb der äußeren Kontur - also Berücksichtigung der Querschnittsflächen der Rücksprünge - um mindestens 10 % reduziert, was jedoch auf Tiefe und Form der zuvor eingeformten Rücksprünge nur einen unbedeutenden Einfluß hatte.

30

Fig. 3 zeigt ein aus den T-Profilen 1, 2, 3 zusammengesetztes, an den Flanschen 7 verschweißtes Bauteil in Draufsicht. Die Profile 1, 2, 3 weisen kleine Rücksprünge 4 und große Rücksprünge 5 auf, die in periodischen Abständen, den Teilungen T_k bzw. T_g in die Profilflansche 7 eingewalzt wurden. Nach Zerteilen der endlosen Walzprofile in die Profile 1, 2, 3 wurden diese teilungsgerecht so zusammengefügt, daß aus je zwei Rücksprüngen 4 ein Durchbruch 8 bzw. aus den Rücksprüngen 5 ein Durchbruch 6 entstand.

35

Diese Durchbrüche 6, 8 dienen der formschlüssigen Befestigung anderer nicht dargestellter Bauteile, beispielsweise für eine Betondecken-Schalung.

Fig. 4 zeigt schematisch die Verhältnisse zwischen fertigem Profil 14 mit asymmetrischen Flanschen 10, 13 und Steg S mit Rücksprung 12 sowie der Kaliberwalze 9 mit der den Rücksprung 12 erzeugenden Kaliberkontur 11. In Fig. 4 ist die Kaliberkontur 11 wegen einer besseren Übersichtlichkeit neben einem durch sie erzeugten Rücksprung 12 dargestellt und nicht im direkten Eingriff an dem Profil zur Erzeugung dieses Rücksprunges.

40

Während des Walzvorganges dreht sich die Kaliberwalze 9 in Walzrichtung W. Dabei schneidet die unter Berücksichtigung der örtlich wirksamen Materialvor- und -nachheilung ausgebildete Kaliberkontur 11 am Radius r_v in das Profil 14 ein, rollt auf der Länge LK (Bogen aus zusammengesetzten Radien) ab und beendet den Umformvorgang am Radius r_h .

45

Beim Vergleich gleichlanger Profilstücke LX (mit Ausgangslänge L_0 nach dem Einwalzen der Rücksprünge 12 aber vor dem abschließenden Walzen) und der Rücksprunglänge LR am fertigen Profil 14 fällt auf, daß L_0 größer als die erzeugende Länge LK (gemessen entlang des Bogens) der Kaliberkontur 11 ist. Das Profil erfährt nach Einwalzen des Rücksprunges 12 in diesem Bereich eine überproportionale Streckung, die je nach dem vorzugsweise zwischen 1,1 und 1,3 zu wählenden abschließenden Streckgrad λ etwa 1 bis 20 %, vorzugsweise 2 bis 5 beträgt. Das bedeutet, daß erfindungsgemäß die erzeugende Kaliberkontur 11 kürzer zu gestalten ist, als der Rücksprung 12 im fertigen Profil 14. Diese Verkürzung der Kaliberkontur 11 hat also sowohl die abschließende Streckung als auch die zusätzliche darüberhinausgehende Streckung im Bereich des Rücksprunges zu berücksichtigen. Diese erfindungsgemäße Erkenntnis läßt sich auf alle langgestreckten Rücksprungformen von Profilen übertragen. Sie ist darüberhinaus auch bei der Teilung zwischen periodisch aufeinander folgenden Rücksprüngen an einem oder mehreren Flanschenden zu berücksichtigen. Für die Teilung kann außerdem zu beachten sein, daß auch beim Einwalzen tiefer, langer Rücksprünge in den Flanschknuten eine gewisse Streckung eintreten kann.

50

55

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Stahlprofile insbesondere H-, I- oder T-Profile weisen einen im wesentlichen konstanten und nur durch die vorgesehenen Rücksprünge veränderlichen Querschnitt auf, wobei auch beim fertigen Profil der Inkreis des Flanschknutens mindestens so groß ist, wie die Summe der an einem Querschnitt eingeformten Rücksprungquerschnitte. Bei tiefen Rücksprüngen kann ein ausreichender Inkreis durch geeignete Stegdicke und/oder einen geeigneten Radius zwischen Steg und Flansch erreicht werden, wobei Stegdicke und Radius vorzugsweise größer als 5 % der Höhe des Profiles

60

65

sind.

Das erfindungsgemäß warmgewalzte Stahlprofil mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprünge, die wenigstens teilweise bis in die Nähe des Flanschknötens eingewalzt sind, wird wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, als Teilprofil für ein geschweißtes größeres Profil mit Durchbrüchen verwendet. Dabei weisen
 5 die Teilprofile Rücksprünge jeweils spiegelbildlich auf, so daß ein Paar von Rücksprüngen nach dem Zusammenfügen der Teilprofile einen Durchbruch durch eine gemeinsame Fläche bildet.

Patentansprüche

10

1. Verfahren zum Herstellen eines Stahlprofils, das an wenigstens einem Flanschende periodisch eingewalzte Rücksprünge aufweist, durch Warmwalzen auf einem Universalwalzwerk, in dem ein vorgewalztes Profil eine Mehrzahl von Walzengerüsten kontinuierlich durchläuft und auf die Fertigabmessungen gewalzt wird, dadurch gekennzeichnet, daß während des kontinuierlichen Walzens des Profils
 15 (1, 2, 3, 14) in einem oder mehreren Walzschritten die Rücksprünge (4, 5, 12, R) durch Einwalzen der aus den Rücksprüngen zu verdrängenden Materialmenge in die Flanschknötens erzeugt werden, wobei die Summe der gleichzeitig erzeugten Querschnittsflächen der Rücksprünge (FR) kleiner oder höchstens gleich dem Querschnitt des Inkreises (Fi) vor dem Einwalzen der Rücksprünge ist, und anschließend in einem oder mehreren Walzschritten der gesamte Profilquerschnitt um mindestens 10 % gegenüber dem mittleren Querschnitt nach dem Einwalzen der Rücksprünge reduziert wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Einwalzen der Rücksprünge der gesamte mittlere Profilquerschnitt um 15 bis 20 % reduziert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei in aufeinanderfolgenden Walzschritten an zwei oder mehr Flanschenden eines Stahlprofils erzeugten Rücksprüngen diejenigen
 25 Rücksprünge zuletzt ausgeformt werden, für die die größte Maßhaltigkeit bezüglich Abmessungen und Teilung gefordert wird.

25

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens zwei Flanschenden, die von einem Flanschknötens ausgehen, anzubringende Rücksprünge unterschiedlicher Tiefe gleichzeitig in demselben Walzgerüst erzeugt werden.

30

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Walztemperatur für nach dem Walzen zu vergütende oder normalisierend zu glühende Stähle 900 - 1000 Grad Celsius und für nur thermo-mechanisch gewalzte Stähle unter 900 Grad Celsius, vorzugsweise zwischen Ar1 und knapp oberhalb Ar3, beträgt.

35

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücksprünge (4, 5, 12, R) in einer kontinuierlichen Walzstraße mit N Universalgerüsten in einem oder mehreren Gerüsten der Gruppe (N minus 1) bis (N minus 4) gewalzt und nach dem Einwalzen der Rücksprünge (4, 5, 12, R) ein Gesamtstreckgrad Lambda von 1,05 - 1,4 erzeugt wird.

40

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rücksprünge (12) mit zusammengesetzten Kaliberwalzen (9) erzeugt werden, die asymmetrische Kaliberteile (11) aufweisen, deren erzeugende Kaliberlänge (LK) kürzer als die Länge (LR) der Rücksprünge (12) am fertigen Profil (14) ist.

40

8. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Verlängerung des eingewalzten Rücksprunges durch eine Zugkraft auf das Walzprofil (1, 2, 3, 14) zwischen benachbarten Walzgerüsten eingestellt wird.

45

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kaliberlänge (LK) aus der vorgegebenen Länge (LR) des Rücksprunges (12) am fertigen Profil (14) und dem Streckgrad des Profils nach Einwalzen des Rücksprunges (12) unter Berücksichtigung einer zusätzlichen Streckung im Bereich der Rücksprünge bestimmt wird.

50

10. H-, I- oder T-Profil mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprüngen, dadurch gekennzeichnet, daß die Fläche des Inkreises am Flanschknötens (Fi), größer als die Summe der Rücksprungquerschnitte (FR) ist und das Profil einen nur durch Rücksprünge (4, 5) veränderten, im übrigen aber konstanten Querschnitt aufweist.

50

11. Verwendung eines warmgewalzten Stahlprofils mit an den Flanschenden periodisch eingewalzten Rücksprüngen (4, 5), wobei mindestens ein Teil der Rücksprünge (5) bis in die Nähe des Flanschknötens eingewalzt wird, als Teilprofil (1, 2, 3) für ein geschweißtes Profil mit Durchbrüchen (6, 8), durch spiegelsymmetrisches Anordnen der Teilprofile (1, 2, 3), so daß jeweils zwei Rücksprünge 5 bzw. 4) einen Durchbruch (6 bzw. 8) bilden.

55

60

65

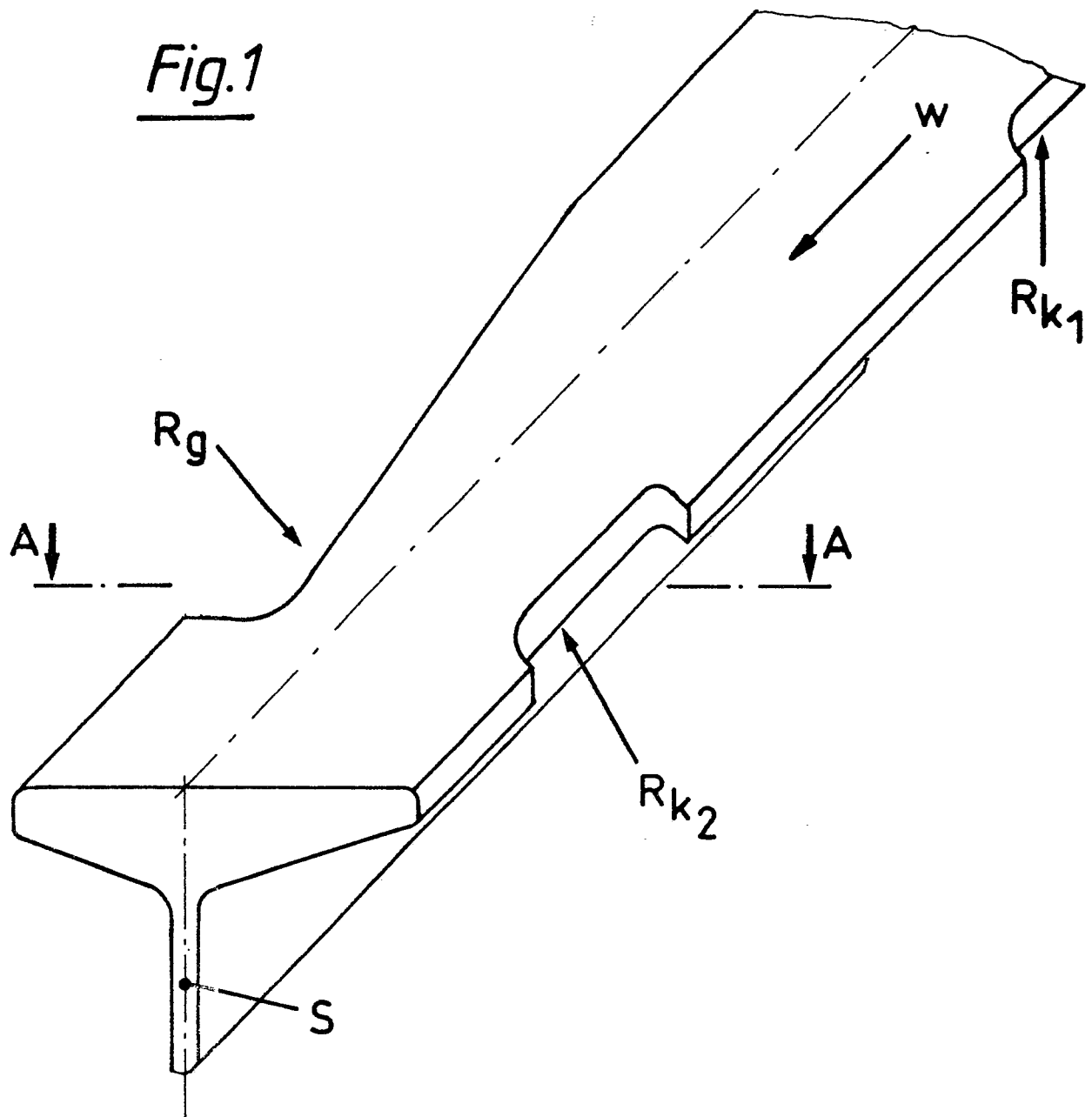
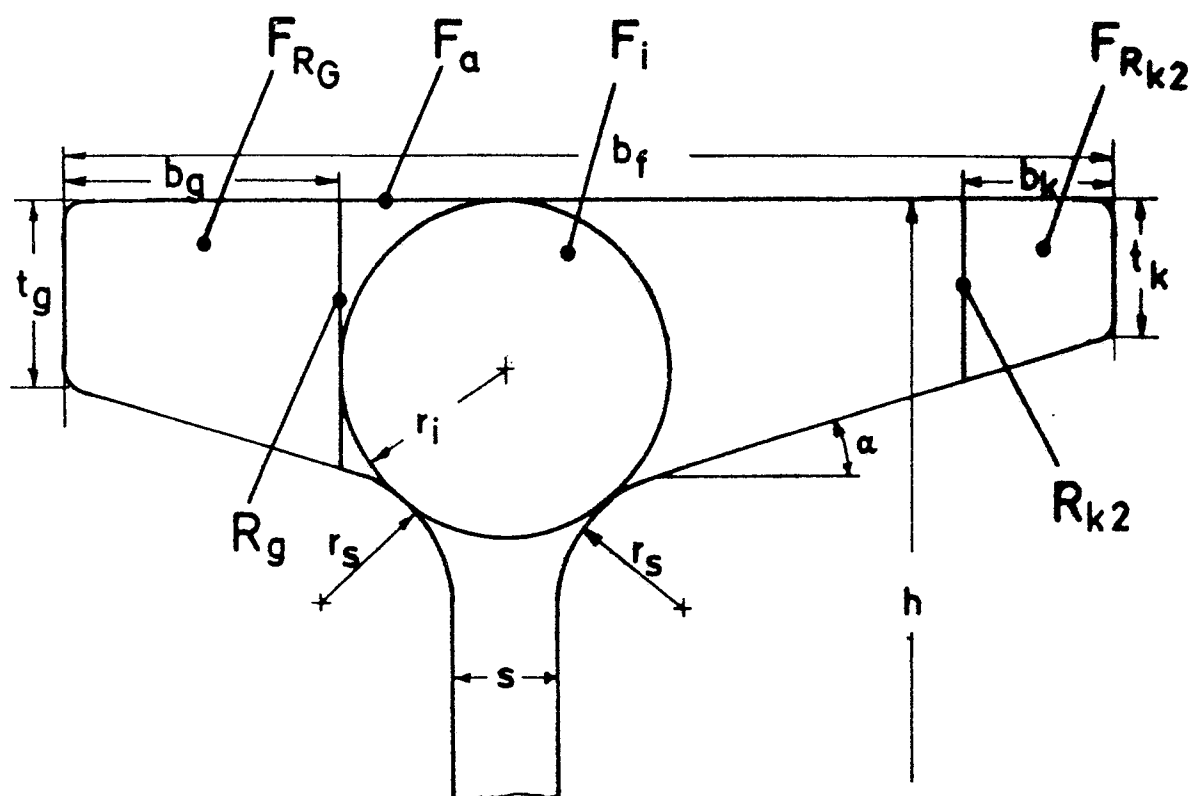
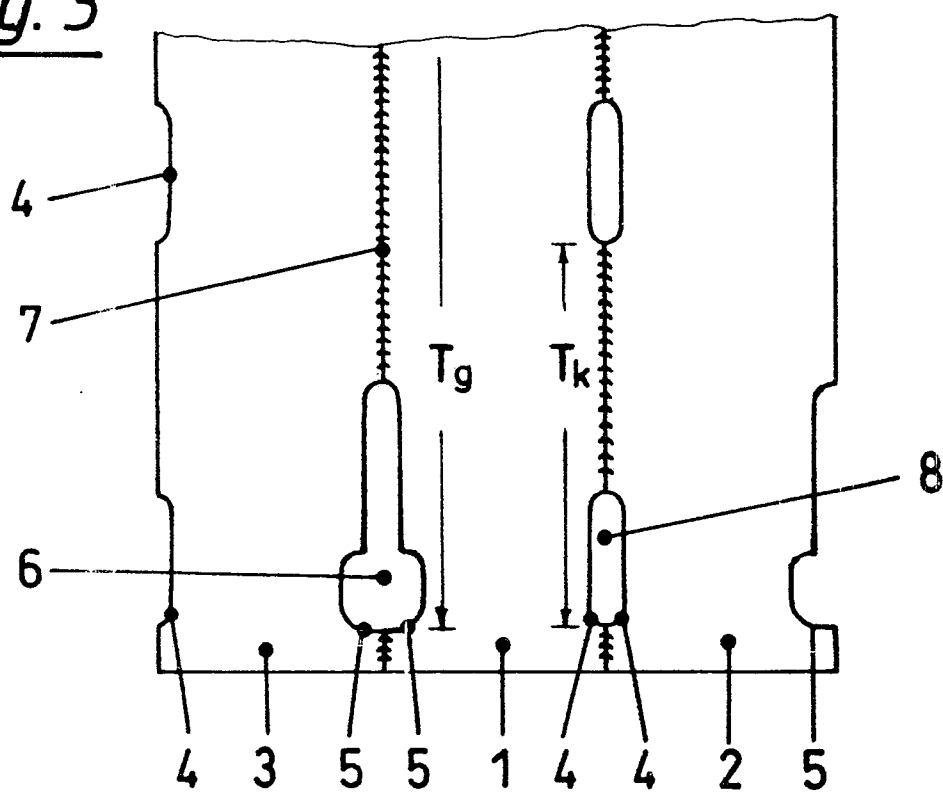
Fig.1

Fig. 2Fig. 3

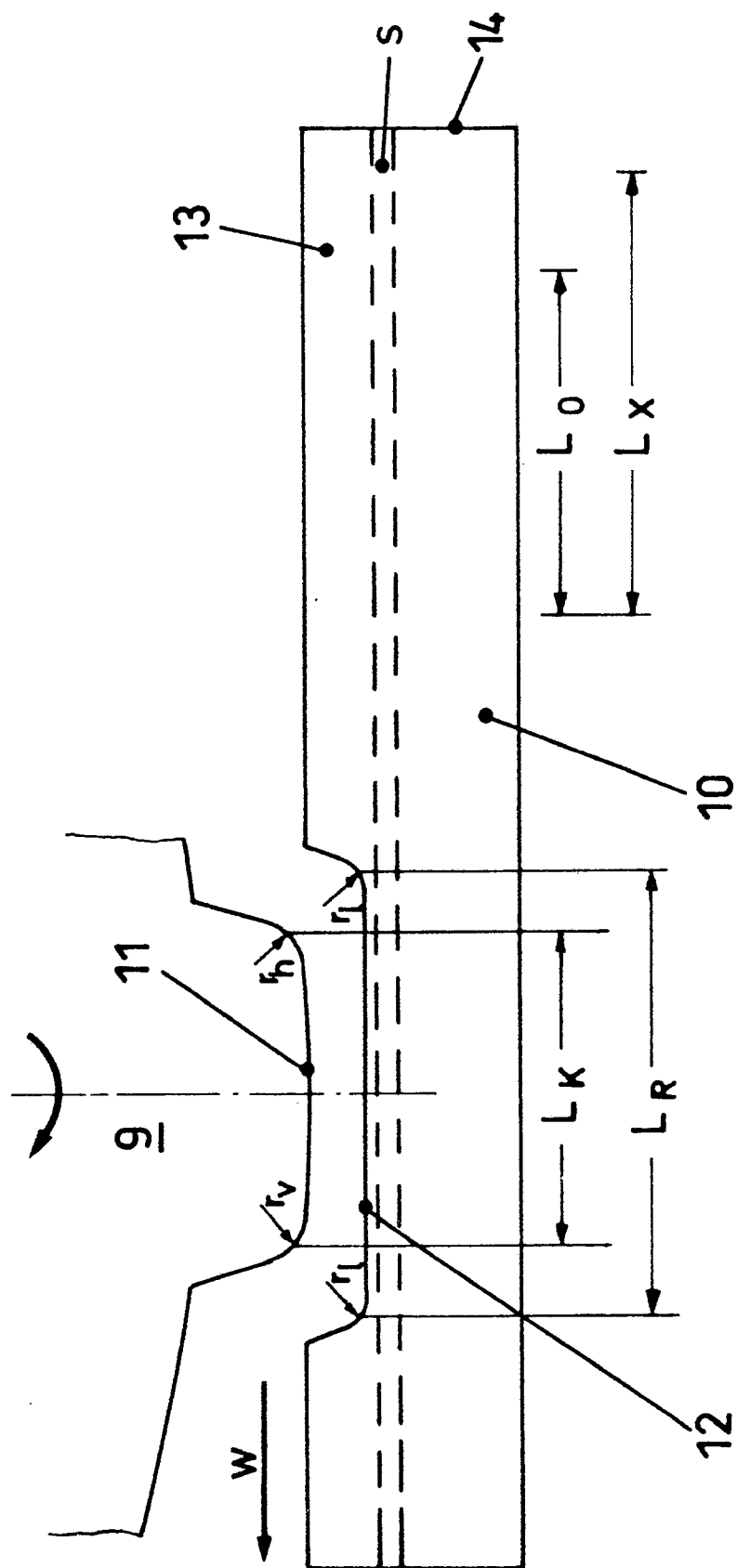


Fig. 4