



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 576 107 A1**

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑬ Anmeldenummer: **93250116.6**

⑮ Int. Cl. 5: **C22C 38/00, C22C 38/38**

⑭ Anmeldetag: **21.04.93**

⑯ Priorität: **10.06.92 DE 4219336**

⑰ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.93 Patentblatt 93/52

⑱ Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑲ Anmelder: **MANNESMANN Aktiengesellschaft**
Postfach 10 36 41
D-40027 Düsseldorf(DE)

⑳ Erfinder: **von Hagen, Ingo**
Schumannstrasse 1
W-4150 Krefeld 1(DE)
Erfinder: **Menne, Ulrich Dipl.-Ing.**

Essener Strasse 44a

45529 Hattingen(DE)

Erfinder: **Hoffmann, Ulrich**

Falkstrasse 97

W-4100 Duisburg(DE)

Erfinder: **Vogelsang, Bernhard**

Zum Hucklenbruch 13

W-4018 Langenfeld(DE)

㉑ Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al**
Meissner & Meissner,
Patentanwaltsbüro,
Postfach 33 01 30
D-14171 Berlin (DE)

㉒ **Verwendung eines Stahles zur Herstellung von Konstruktionsrohren.**

㉓ Die Erfindung betrifft die Verwendung eines beruhigt vergossenen lufthärtenden Stahls bestehend aus (in Gewichts-%):

0,15 - 0,30 % C

0,50 - 0,80 % Si

2,05 - 3,35 % Mn

max. 0,03 % P

max. 0,03 % S

0,50 - 1,00 % Cr

max. 0,60 % Mo

max. 0,05 % Al

0,01 - 0,05 % Ti

0,0015 - 0,0035 % B

0,002 - 0,015 % N

als Werkstoff zur Herstellung von Konstruktionsrohren für mechanisch stark beanspruchbare Konstruktionselemente, insbesondere für Türverstärkungen im Automobilbau, mit der Maßgabe, daß die folgenden Beziehungen erfüllt sind:

Ti (%) : N (%) \geq 3,4 %

Mn (%) + Cr (%) + Mo (%) + Si (%) \geq 3,3 %

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Stahls zur Herstellung von Konstruktionsrohren für mechanisch stark beanspruchbare Konstruktionselemente, insbesondere für Türverstärkungen im Automobilbau.

Zum Schutz gegen seitliche Aufprallunfälle von Kraftfahrzeugen werden in die Fahrzeugtüren zur Versteifung vielfach Verstärkungselemente eingesetzt, die die kinetische Energie des aufprallenden Fahrzeugs teilweise absorbieren und in plastische Verformung unwandeln. Zur Übernahme dieser Aufgaben

5 müssen die dafür verwendeten Stahlrohre vergleichsweise hohen Anforderungen hinsichtlich Festigkeit, Dehnfähigkeit und Arbeitsvermögen genügen. Ähnliches gilt beispielsweise auch für Konstruktionsrohre zur Herstellung von Stabilisatoren oder sonstigen mechanisch stark beanspruchten Bauteilen.

Derartige Konstruktionsrohre werden üblicherweise warmgewalzt, wobei die Endwalztemperatur zwi-

10 schen 900°C und 1080°C liegt. Die erforderlichen Festigkeitseigenschaften können dabei in Abhängigkeit von der verwendeten Stahlsorte durch eine Wasserhärtung eingestellt werden. Ein bekannter Stahl, der nach diesem Verfahren hergestellt wird, enthält beispielsweise 0,18 % C, 0,4 % Si und 1,14 % Mn (Rest: Eisen und übliche Verunreinigungen). Der wesentliche Nachteil dieses Verfahrensweges liegt in der zusätzlichen Wärmebehandlung des Stahlrohres zur Einstellung der mechanischen Eigenschaften. Einer-

15 seits verteuert eine zusätzliche Wärmebehandlung die Herstellung derartiger Rohre. Zum anderen werden die mechanischen Eigenschaften durch am Rohr bereichsweise durchgeführte Warmformgebungen während der Weiterverarbeitung beispielsweise zu Türverstärkerrohren oder in der Wärmeeinflußzone von Schweißnähten, die zur Montage erforderlich sein können, verändert, so daß die Festigkeitseigenschaften gegenüber denen des Ausgangszustandes ungewollt erheblich absinken können.

20 Aus der DE 37 28 476 Cl und der DE 39 35 965 Cl sind zwei andere Stahlwerkstoffe für Türverstärkerrohre bekannt, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung ihre Festigkeitseigenschaften allein durch eine Luftabkühlung aus der Walzhitze heraus erhalten, so daß keine gesonderte Wärmebehandlung mehr erforderlich ist. Die Verwendung dieser Stähle beinhaltet jedoch andere gravierende Nachteile. So können beide großtechnisch im LD-Verfahren nicht in einem einstufigen Erschmelzungsprozeß hergestellt werden.

25 Aufgrund des hohen Anteils an Legierungselementen muß die Einstellung der chemischen Zusammensetzung nämlich in zwei Teilschritten erfolgen, was zwangsläufig entsprechende Kostensteigerungen bei der Vormaterialerzeugung verursacht.

Die chemische Zusammensetzung (in Gewichts-%) dieser beiden Stähle ist wie folgt:

	DE 37 28 476 Cl	DE 39 35 965 Cl
30	max. 0,35 % C	0,15 - 0,25 % C
	max. 0,50 % Si	max. 0,60 % Si
	max. 1,80 % Mn	3,4 - 6,1 % Mn
	max. 0,030 % P	max. 0,030 % P
35	max. 0,030 % S	max. 0,030 % S
	0 - 1,5 % Ni	0 - 1,0 % Ni
	1,8 - 2,2 % Cr	0 - 1,0 % Cr
	0,4 - 0,7 % Mo	0 - 1,0 % Mo
40	0,025 - 0,050 % Al	max. 0,005 % Al
		0 - 0,15 % V
	Rest Eisen und übliche Verunreinigungen	

45 Zur Einstellung der geforderten mechanischen Eigenschaften des Stahls gemäß DE-37 28 476 Cl ist es erforderlich, die Elemente Cr, Ni und Mo in größeren Mengen zuzulegieren. Ein Legierungskonzept auf der Basis dieser Elemente stellt aber allein schon wegen der Materialkosten der Legierungselemente eine vergleichsweise kostspielige Lösung dar.

Ein Effekt, der die Gebrauchseigenschaften des in der DE 39 35 395 Cl beschriebenen Stahls günstig 50 beeinflußt, ist dessen hohe Anlaßbeständigkeit. Diese Eigenschaft unterbindet eine signifikante Verminde-
rung der Festigkeitseigenschaften bei nachfolgenden Warmformgebungen oder aber beim Feuerverzinken. Dagegen ist es als nachteilig anzusehen, daß die Kaltumformbarkeit dieses Stahls wie auch die des Stahles nach DE 37 28 476 Cl außerordentlich eingeschränkt ist, so daß bestimmte Rohrabmessungen, die durch übliche Warmumformung nicht unmittelbar erstellbar sind, aus diesem Stahl nicht produziert werden 55 können.

Aus der DE-40 32 996 Al ist ein weiterer Stahl bekannt für die Herstellung von Stahlprofilen, die als Türverstärkungen eingesetzt werden sollen und einen äußeren Korrosionsschutz durch Verzinkung aufweisen. Der Stahl weist folgende Analyse auf:

0,18 - 0,25 % C

0,30 - 0,50 % Si

1,30 - 2,00 % Mn

0,1 - 0,5 % Cr

5 0,1 - 0,3 % Mo

0,02 - 0,07 % Ti

0,002 - 0,007 % B

Rest Eisen und übliche Verunreinigungen

Bei diesem Stahl handelt es sich um einen Wasserhärter, dessen mechanische Eigenschaften also erst mit 10 entsprechendem Aufwand durch eine gesonderte Wärmebehandlung nach dem Warmwalzen eingestellt werden müssen. Trotz des Charakters eines Wasserhärters ist es bei den daraus hergestellten Stahlrohren möglich, diese durch Verzinken gegen Korrosion zu schützen, ohne daß durch die dabei eintretende Erwärmung die eingestellten Festigkeitseigenschaften in unzulässigem Maß vermindert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen lufthärtenden Stahl für die Verwendung zur Herstellung von 15 mechanisch stark beanspruchbaren Konstruktionsrohren, insbesondere für den Automobilbau, vorzuschlagen, der durch ein einstufiges Erschmelzungsverfahren in LD-Konvertern herstellbar ist und der bereits im warmgewalzten Zustand aufgrund seiner guten Festigkeitseigenschaften verwendbar ist, d.h. vor seinem Einsatz nicht unbedingt einer Wärmebehandlung unterzogen werden muß, um die z.B. für Türverstärkerrohre geforderten mechanischen Mindestanforderungen hinsichtlich Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung zu 20 erfüllen. Eine Nebenaufgabe der Erfindung liegt darin, einen solchen Stahl vorzuschlagen, der darüberhinaus auch wesentlich verbesserte Eigenschaften bezüglich einer Kaltumformung aufweist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Stahl mit der im Patentanspruch beschriebenen Zusammensetzung, wobei die Summe der Gehalte an Mn, Cr, Mo und Si mindestens 3,3 % beträgt und das Mengenverhältnis Ti : N auf einen Wert von mindestens 3,4 eingestellt wird.

25 Überraschend war es, daß das Ziel der Erfindung mit einfachen Maßnahmen erreicht werden konnte. Gegenüber dem bekannten Stahl gemäß DE 39 35 965 Cl wurde der Mn-Gehalt erheblich abgesenkt und auf der anderen Seite Mindestgehalte an Cr und Mo vorgeschrieben, wodurch der Charakter eines Lufthärters erhalten blieb. Weiterhin wurde zur Gewährleistung einer Durchvergütung und zur Festigkeitssteigerung die Zugabe von B vorgesehen, wobei die Einhaltung der Obergrenze von 0,0035 % wichtig ist 30 für die Kaltumformbarkeit der aus diesem Stahl hergestellten Konstruktionsrohre. Dem vorgeschriebenen Si-Gehalt kommt für die Erreichung der hohen Festigkeitswerte ebenfalls eine wesentliche Bedeutung zu. Schließlich ist noch auf die Einstellung des Mindestverhältnisses Ti : N von 3,4 hinzuweisen, wobei der N-Gehalt auf einen Wert zwischen 0,002 % und 0,015 % zu begrenzen ist.

Der erfindungsgemäß verwendete Stahl vereint die dargestellten positiven Eigenschaften der bereits 35 bekannten Stähle für Türverstärkerrohre. Gleichzeitig werden aufgrund der besonderen chemischen Zusammensetzung des hier beschriebenen Stahls metallurgische Verfahrensabläufe bei der Stahlherstellung vereinfacht. Darüberhinaus eröffnet dieser Stahl die Möglichkeit, daraus gefertigte Rohre kalt zu verformen, so daß auch Präzisionsstahlrohre mittels Kaltziehen hergestellt werden können.

Zusammenfassend sind folgende Eigenschaften zu nennen:

40 - einstufige Stahlherstellung im LD-Verfahren
- kostengünstige Legierungselemente
- Lufthärtbarkeit
- hohe Anlaßbeständigkeit
- hohe Festigkeitseigenschaften
45 - hohes Arbeitsaufnahmevermögen.

Außer für Türverstärkerrohre eignet sich der erfindungsgemäß beschriebene Stahl auch für die Herstellung von z.B. Stabilisatoren, die bisher aus vergüteten, also gehärteten und angelassenen Präzisionsstahlrohren gefertigt werden. Sie haben die Aufgabe, Achskörper von Kraftfahrzeugen bei Torsionsbeanspruchungen zu verstauen. Zu diesem Zweck müssen die Stabilisatoren im Torsionsversuch mit wechselnder 50 Last bei vorgegebenem Verdrehwinkel eine möglichst hohe Lastwechselzahl aushalten. Aus dem erfindungsgemäß verwendeten Stahl können Stabilisatoren hergestellt werden, die sich dadurch auszeichnen, daß diese nach dem Warmwalzen kaltgezogen werden können.

Eine weitere vorteilhafte Verwendung des beschriebenen Stahls ist im Hinblick auf die Herstellung von 55 Rohren für Fahrradrahmen oder beispielsweise für Kleiderständer zu sehen, die aus Gewichtsgründen möglichst dünnwandig sein sollen.

In den nachfolgenden Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher beschrieben.

In einem einstufigen Erschmelzungsverfahren wurde in einem LD-Konverter ein Stahl mit 0,25 % C

0,74 % Si
 2,29 % Mn
 0,02 % P
 0,02 % S
 5 0,66 % Cr
 0,25 % Mo
 0,03 % Al
 0,046 % Ti
 0,0029 % B
 10 0,008 % N
 Rest Eisen und übliche Verunreinigungen
 erzeugt und zu Rundstrangguß abgegossen.

Die Rundstranggußabschnitte wurden zu Rohren der Abmessung 25 x 5 mm warmgewalzt und nach dem letzten Verformungsschritt gezielt an Luft abgekühlt. Aufgrund der speziell abgestimmten Legierungs-
 15 zusammensetzung wiesen die Rohre bereits im warmgewalzten Zustand die für ihre Verwendung als Türverstärkerelmente erforderlichen Eigenschaften auf. Für unverzinkte Rohre werden beispielsweise folgende Mindestwerte gefordert:

$$\begin{aligned}
 R_m &= 1400 \text{ N/mm}^2 \\
 R_{p0,2} &= 1000 \text{ N/mm}^2 \\
 20 A_5 &= 9 \%
 \end{aligned}$$

Demgegenüber wiesen die erfindungsgemäß hergestellten Rohre folgende Eigenschaften auf:

$$\begin{aligned}
 R_m &= 1610 \text{ N/mm}^2 \\
 R_{p0,2} &= 1040 \text{ N/mm}^2 \\
 A_5 &= 15 \%
 \end{aligned}$$

25 Dabei ist es von Vorteil, daß der erfindungsgemäß verwendete Stahl kostenintensive Elemente wie beispielsweise Nickel vollständig meidet. Ferner sind auch die Elemente Chrom und Molybdän in nur relativ geringen Umfang enthalten. Sein Charakter als Lufthärter macht bei diesem Stahl eine gesonderte Wärmebehandlung überflüssig und senkt damit die Herstellkosten.

Wenn über die vorstehend geschilderten Anforderungen an die mechanischen Eigenschaften von
 30 Türverstärkerohren hinaus noch höhere Werte eingestellt werden sollen, wenn also beispielsweise ein besonderes Biegeverhalten in einem spezifizierten quasi-statischen Biegeversuch gewährleistet werden soll, so kann dies durch eine anschließend durchgeführte geringe Kaltverformung der Rohre erreicht werden. Nach einer solchermaßen durchgeführten Behandlung werden die mechanischen Eigenschaften der Rohre, insbesondere die Streckgrenze, infolge der Kaltverfestigung noch verbessert, so daß auch schärfste
 35 Anforderungen an das Biegeverhalten erfüllt werden können. Die Werte der mechanischen Eigenschaften betrugen nach dem Kaltrichten an den erfindungsgemäß hergestellten Rohren:

$$\begin{aligned}
 R_m &= 1650 \text{ N/mm}^2 \\
 R_{p0,2} &= 1208 \text{ N/mm}^2 \\
 A_5 &= 11 \%
 \end{aligned}$$

40 Ein ähnlicher Effekt konnte auch durch eine Anlaßbehandlung eingestellt werden. Aufgrund der besonderen chemischen Zusammensetzung und gezielt genutzter werkstoffkundlicher Mechanismen stieg die Streckgrenze des Stahls gegenüber dem warmgewalzten Zustand nach einer Anlaßbehandlung bei einer Temperatur von etwa 350°C an. Es wurden folgende mechanische Eigenschaften erreicht:

$$\begin{aligned}
 R_m &= 1428 \text{ N/mm}^2 \\
 R_{p0,2} &= 1236 \text{ N/mm}^2 \\
 A_5 &= 15 \%
 \end{aligned}$$

In diesem Verfahren zeigt sich bereits das ebenfalls hervorzuhebende ausgezeichnete Anlaßverhalten dieses Stahles. Die mechanischen Kennwerte werden durch eine Anlaßbehandlung sogar noch weniger reduziert als dies z.B. bei dem in der DE 40 32 996 Al beschriebenen Stahl der Fall ist. Aus diesem Grunde
 50 eignet sich der erfindungsgemäß verwendete Stahl auch besonders für eine Feuerverzinkung zur Verbesserung des Korrosionsschutzes. Nach einer bis zu 10 min dauernden Verzinkung in einem 450°C warmen Zinkbad wiesen die Rohre mit der oben genannten Zusammensetzung folgende Werte auf:

$$\begin{aligned}
 R_m &= 1262 \text{ N/mm}^2 \\
 R_{p0,2} &= 1128 \text{ N/mm}^2 \\
 55 A_5 &= 15 \%
 \end{aligned}$$

Damit wurden die in der DE 40 32 996 Al aufgeführten Mindestwerte für verzinkte Rohre deutlich übertroffen:

$$R_m = 1100 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{p0,2} = 800 \text{ N/mm}^2$$
$$A_5 = 8 \%$$

Es gibt eine Reihe von Anwendungen, bei denen es beispielsweise aufgrund der Rohrabmessungen oder der Querschnittsform nicht möglich ist, ein Rohr im warmgewalzten Zustand einzusetzen. Beispiele für

- 5 solche Anwendungen sind Türverstärkerrohre mit nicht kreisförmigem Querschnitt oder auch Kleiderständerrohre mit Abmessungen, die auf Warmwalzstraßen nicht darstellbar sind. Zur Herstellung solcher Produkte ist es erforderlich, daß der verwendete Stahl im Kaltziehverfahren weiterverarbeitet werden kann. Diese Möglichkeit ist durch den erfindungsgemäß verwendbaren Stahl gegeben. Durch eine 30-minütige Glühbehandlung bei ca. 700°C wird die Härte des Stahles so weit reduziert, daß ein Kaltziehen ohne
10 weiteres möglich ist. Dies ist dagegen bei dem Stahl gemäß DE-39 35 965 Cl trotz einer Weichglühung nicht der Fall. Durch die beim Kaltziehen aufgebrachte hohe Verfestigung werden die mechanischen Eigenschaften, die durch die Weichglühung reduziert wurden, wieder stark angehoben, so daß im Anschluß daran die Rohre in verwendungsfähigem Zustand vorliegen. Im Falle von Rohren mit der oben genannten
15 chemischen Zusammensetzung, die von der warmgewalzten Abmessung 33,7 x 5 mm auf die Abmessung 26 x 4 mm kaltgezogen wurden, lagen die mechanischen Kennwerte wie folgt:

$$R_m = 1049 \text{ N/mm}^2$$
$$R_{p0,2} = 982 \text{ N/mm}^2$$
$$A_5 = 13 \%$$

- Durch eine erneute Wärmebehandlung können die Werte im Bedarfsfall wieder auf das Ausgangsniveau für
20 warmgewalzte Rohre zurückgeführt werden.

Patentansprüche

1. Verwendung eines beruhigt vergossenen lufthärtenden Stahls bestehend aus (in Gewichts-%):

25 0,15 - 0,30 % C
0,50 - 0,80 % Si
2,05 - 3,35 % Mn
max. 0,03 % P
max. 0,03 % S
30 0,50 - 1,00 % Cr
max. 0,60 % Mo
max. 0,05 % Al
0,01 - 0,05 % Ti
0,0015 - 0,0035 % B
35 0,002 - 0,015 % N

als Werkstoff zur Herstellung von Konstruktionsrohren für mechanisch stark beanspruchbare Konstruktionselemente, insbesondere für Türverstärkungen im Automobilbau, mit der Maßgabe, daß die folgenden Beziehungen erfüllt sind:

$$\text{Ti (\%)} : \text{N (\%)} \geq 3,4 \%$$

$$40 \text{ Mn (\%)} + \text{Cr (\%)} + \text{Mo (\%)} + \text{Si (\%)} \geq 3,3 \%$$

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 25 0116

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	
A	GB-A-2 163 454 (NIPPON STEEL CORP.) 26. Februar 1986 ---	1	C22C38/00 C22C38/38
A	GB-A-2 195 658 (BRITISH STEEL CORP.) 13. April 1988 ---	1	
A	US-A-3 830 669 (SUMITOMO METAL IND.) 20. August 1974 ---	1	
A	GB-A-1 083 466 (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO K. K.) 13. September 1967 -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (Int. Cl.5)
			C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MUENCHEN	Abschlußdatum der Recherche 20 OKTOBER 1993	Prüfer G. BADCOCK	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			