

(19)



(11)

EP 1 881 083 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.01.2008 Patentblatt 2008/04

(51) Int Cl.:
C22C 38/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07014185.8**

(22) Anmeldetag: **19.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
 SI SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

- **Säuberlich, Thomas**
33332 Gütersloh (DE)
- **Frehn, Andreas**
33129 Delbrück (DE)
- **Bake, Karsten**
33129 Delbrück (DE)

(30) Priorität: **19.07.2006 DE 102006033813**

(74) Vertreter: **Griepenstroh, Jörg**
Patentanwälte Bockermann, Ksoll Griepenstroh,
Bergstrasse 159
44791 Bochum (DE)

(71) Anmelder:

- **BENTELER STAHL/ROHR GMBH**
33104 Paderborn (DE)
- **Benteler Automobiltechnik GmbH**
33104 Paderborn (DE)

Bemerkungen:
 Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
 EPÜ.

(72) Erfinder:

- **Diekmann, Uwe**
33102 Paderborn (DE)

(54) **Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung und dessen Verwendung**

(57) Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung,
 die in Massenanteilen aus
 Kohlenstoff (C) 0,11 - 0,18
 Silizium (Si) 0,10 - 0,30
 Mangan (Mn) 1,60 - 2,20
 Phosphor (P) < 0,0015
 Schwefel (S) < 0,010
 Chrom (Cr) 1,00 - 2,00
 Stickstoff (N) < 0,020
 Niob (Nb) 0,020 - 0,060

Bor (B) 0,001 - 0,004
 Titan (Ti) 0,001 - 0,050
 und Eisen sowie erschmelzungsbedingter Verunreinigungen als Rest besteht, welches ausgehend vom Halbzeug Blech oder Rohr im luftgehärteten Zustand eine Zugfestigkeit Rm > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A5 > 12 % aufweist. Das Werkstück eignet sich insbesondere als für den Einsatz luftgehärteter Krafffahrzeugbauteile.

EP 1 881 083 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung sowie dessen Herstellung und Verwendung.

[0002] Lufthärtende Stahllegierungen haben den Vorteil, dass sie bereits eine hohe Festigkeit im normalisierten Zustand aufweisen. Sie sind nur geringen Beeinflussungen der Festigkeit durch Fügeprozesse wie Schweißen und Löten unterworfen und besitzen zugleich eine hohe Anlassbeständigkeit bei der Feuerverzinkung, z. B. bei der Hochtemperatur-Verzinkung.

[0003] Es sind bereits eine Reihe von Anwendungen vorgeschlagen worden, bei denen lufthärtende Stahlwerkstoffe mit guter Zähigkeit zum Einsatz kommen können. In der DE 102 21 487 84 wird die Verwendung eines lufthärtenden Stahlwerkstoffs für den Stahlleichtbau vorgeschlagen. Auch die Verwendung für Leitungsrohre von Kraftfahrzeugen ist bereits beschrieben worden (EP 1565 589 81). Lufthärtende Stahlwerkstoffe eignen sich auch zur Herstellung dickwandiger Rohrbauteile (EP 1565 588 B1). Das Härten durch Abschrecken einer lufthärtenden Legierung im Werkzeug wird in der DE 102 61 21 0 A1 beschrieben. Ein weiteres Legierungskonzept ist Gegenstand der DE 10 2004 053 620 A1, die einen hochfesten lufthärtenden Stahl mit guten Umformeigenschaften für die Verwendung im Fahrzeugleichtbau betrifft.

[0004] Durch die DE 24 52 486 C2 zählt es zum Stand der Technik, ein Stahlblech mit geringer Materialdicke auf eine Temperatur über Ac3 zu erwärmen, es danach in die endgültige Form zwischen zwei indirekt gekühlten Werkzeugen unter wesentlicher Formveränderung zu pressen und unter Verbleiben in der Presse so einer Schnellkühlung zu unterziehen, dass ein martensitisches und/oder bainitisches feinkörniges Gefüge erzielt wird (Werkzeughärtung). Durch diesen Warmformprozess verbunden mit einer Werkzeughärtung erhält man ein Produkt mit guter Maßhaltigkeit und hoher Festigkeit.

[0005] Klassische lufthärtende Stahlwerkstoffe basieren auf dem CrMoV-Konzept mit Mo-Gehalten zwischen 0,4 % und 0,6 % und V-Gehalten zwischen 0,1 % und 0,2%. Durch die stark angestiegenen Rohstoffkosten sind klassische CrMoV-Stähle im Bereich von Massen Anwendungen, wie z.B. in der Automobiltechnik, allgemein nicht mehr wirtschaftlich einsetzbar.

[0006] Ein alternatives Legierungskonzept ist das Mn-TiB-Konzept, das von wasservergütenden Stählen bekannt ist. Durch das Zulegieren von Molybdän und Wolfram zum MnTiB-Konzept, wie in der DE 10 2004 053 620 A1 vorgeschlagen, werden bei niedrigen C-Gehalten lufthärtende Eigenschaften bei hohen Bruchdehnungen erreicht. Allerdings sind bei diesen Legierungskonzepten die Rohstoffkosten für die Legierungselemente sehr hoch. Darüber hinaus ist festzustellen, dass lufthärtende Werkstoffe mit C-Gehalten zwischen 0,09 % und 0,12 % zwar bei schneller Abkühlung beachtliche Festigkeiten bis zu 1.200 MPa und eine vergleichsweise hohe Bruch-

dehnung bzw. Zähigkeiten durch die niedrigen C-Gehalte erreichen, allerdings im Strangguss zu überdurchschnittlich hohen Ausfallraten infolge schlechter Oberflächen neigen. Der Grund ist in der peritektischen Erstarrung zu sehen mit der Folge, dass ein Nacharbeiten des Werkstoffs notwendig ist.

[0007] Hiervon ausgehend, liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, ein Werkstück unter Verwendung einer hochfesten, lufthärtenden Stahllegierung mit einem kostengünstigen Legierungskonzept und dessen Herstellung aufzuzeigen, das sich insbesondere zur Verwendung im Kraftfahrzeugbau eignet.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein Werkstück entsprechend der Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Bei der erfindungsgemäßen Stahllegierung wird der C-Gehalt auf 0,11% bis 0,18 % angehoben, um höhere Festigkeiten zu erreichen und darüber hinaus, um die Nachteile einer peritektischen Erstarrung zu vermeiden. Auf diese Weise lassen sich bessere Oberflächen erzielen und Nacharbeiten vermeiden. Auch werden die Ausfallraten im Strangguss reduziert.

[0009] Die Einstellung der Härtebarkeit bei dem Legierungstyp erfolgt primär durch Zugabe von Mangan und Chrom in Zusammenarbeit mit Titan und Niob. Wesentlich für die Erreichung einer hohen Bruchdehnung bei gleichzeitig hohen Zugfestigkeiten ist die Zugabe von Niob und die Einstellung eines geregelten N-Gehalts zusammen mit Titan, Niob und Bor sowie eine geeignete thermomechanische Behandlung des Werkstoffs. Bei dieser Vorgehensweise kann auf die kostenintensiven Legierungselemente Molybdän und Vanadium verzichtet werden.

[0010] Das Mikrolegierungskonzept ermöglicht bei einer angestrebten Zielfestigkeit von 1.300 MPa beispielsweise eine Steigerung der Bruchdehnung A5 von 10 % auf 16 % und zwar durch eine gezielte thermomechanische Behandlung während der Herstellung des Warmbands und auch während der Herstellung nahtloser Rohre. Die thermomechanische Behandlung sieht eine Steuerung der Walztemperaturen, Stichabnahmen und eine Steuerung der Abkühlung nach dem Walzen vor. Dadurch kann ein bainitisches Gefüge mit Bainitgehalten größer 80 % mit Korngrößen unter 10 µm und insbesondere unter 5 µm eingestellt werden, so dass sich hohe Bruchdehnungswerte ergeben. Die hohe Festigkeit kann allerdings nicht nur durch die thermomechanische Behandlung eingestellt werden, sondern auch durch eine zusätzliche Wärmebehandlung, insbesondere durch Härten und Anlassen.

[0011] Bei der Herstellung des Werkstücks kann ein Halbzeug der erfindungsgemäßen Legierung aus Blech oder Rohr zunächst im weichen, ferritisch-perlitischen Zustand eingesetzt werden. Dieser Zustand kann durch eine Glühbehandlung oder durch das Einstellen von geeigneten Haspeltemperaturen bei der Bandherstellung erreicht werden. Der weiche ferritisch-perlitische Zustand ist gekennzeichnet durch eine Streckgrenze Rp 0,2 von 500 MPa und eine hohe Bruchdehnung A5 von

über 25 % und ermöglicht eine sehr gute Kaltumformung der Halbzeuge. In einer anschließenden Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb Ac3 und Abkühlen an Luft werden hohe Festigkeiten erreicht. In Abhängigkeit von der Werkstückgeometrie und der daraus resultierenden Abkühlbedingungen werden Festigkeiten Rm im Bereich 1.100 MPa bis 1.400 MPa bei Streckgrenzen im Bereich 850 MPa bis 1.050 MPa und Dehnungen A5 im Bereich 10 % - 16 % erreicht. Durch eine anschließende Anlassbehandlung können jeweils gewünschte Festigkeits-/Dehnungsverhältnisse eingestellt werden. So wird beispielsweise durch eine nachgeschaltete Anlassbehandlung bei 600 °C die Festigkeit auf 880 MPa bei einer Dehnung A5 von 16 % gesenkt.

[0012] Die erhöhte Prozesssicherheit bei der Warmumformung bzw. beim Härten im Umformwerkzeug ist ein wesentlicher Vorteil bei der Herstellung der Werkstücke aus der erfindungsgemäßen Stahllegierung. Hierbei kann das Problem auftreten, dass zwischen dem kalten Werkzeug und dem abzuschreckenden Strukturbauteil geometrieabhängig Luftspalte entstehen, die sich zwangsläufig nachteilig auf die Homogenität der angestrebten hohen Abkühlgeschwindigkeit im Umformwerkzeug auswirken.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Werkstück aus dem lufthärtenden Stahlwerkstoff kann demgegenüber durch Warmformen mit einer erhöhten Prozesssicherheit hergestellt werden. Werkstücke aus üblichen wasservergüteten Werkstoffen zeigen in Bereichen, die auf Grund von Fehlern in der Werkzeuggeometrie zu ungleichmäßigen Abkühlbedingungen geführt haben, zum Teil lokale Zugfestigkeiten Rm von unter 850 MPa. Der erfindungsgemäße Werkstoff zeigt im werkzeugvergüteten Zustand demgegenüber eine homogene Zugfestigkeit von mehr als 1.300 MPa auch bei signifikanten Unregelmäßigkeiten im Prozess.

[0014] Darüber hinaus besitzen erfindungsgemäße Werkstücke Vorteile hinsichtlich der Schweißbarkeit und hinsichtlich des Anlassverhaltens. Übliche Stähle für die Werkzeugvergütung, z.B. ein 25MnB5-Stahl, zeigen nachteilig im Bereich des Schweißgutes Härtespitzen und im Bereich der Wärmeeinflusszone einen Härteabfall, so dass die Bauteileigenschaften in geschweißten Bereichen deutlich verschlechtert sind. So ist z.B. bei Werkstücken aus einem 25MnB5 ein Härteabfall auf deutlich unter 300 HV zu beobachten. Schweißversuche an erfindungsgemäßen Werkstücken haben gezeigt, dass im Bereich der Schweißzone und der Wärmeeinflusszone der luftgehärteten oder werkzeugvergüteten Bauteile keine nennenswerte Aufhärtung und auch kein nennenswerter Härteabfall zu beobachten sind.

[0015] Erfindungsgemäße warmgeformte oder luftgehärtete Werkstücke können auch Vorteile im Hinblick auf den Korrosionsschutz bieten, obwohl es im Allgemeinen schwierig ist, höchste Korrosionsschutzanforderungen bei warmgeformten Bauteilen zu realisieren. Höchste Korrosionsschutzanforderungen können durch Zinkbeschichtungen erreicht werden. Ein konventionelles elek-

trochemisches Verzinken von hochfesten warmgeformten Werkstücken ist nicht möglich, da es zu einer Versprödung bzw. Rissbildung durch den Wasserstoffeinfluss kommt. Eine nachgeschaltete thermische Verzinkung in einer Zinkschmelze ("Feuerverzinken") führt bei den bisher üblichen Werkstücken aus wasservergütbaren Stählen nachteilig zu einem hohen Festigkeitsabfall, der den Vergütungseffekt der Warmumformung fast vollständig aufhebt. Der Einsatz feueraluminierter Bleche hat nachteilig den deutlich schlechteren Korrosionsschutz von Aluminium gegenüber Zink, Schwierigkeiten in der Verarbeitung, beispielweise durch Entstehung von Anhaftungen an den Umformwerkzeugen, sowie hohe Kosten.

[0016] Die erfindungsgemäßen Werkstücke aus der erfindungsgemäßen Stahllegierung ermöglichen demgegenüber vorteilhaft eine thermische Verzinkung ohne wesentlichen Festigkeitsabfall. Es konnte sogar gezeigt werden, dass nach dem Feuerverzinken in einer Zink-Aluminium Schmelze bei einer Prozesstemperatur von 400 - 450 °C die Streckgrenze der warmgeformten Bauteile von 1.000 MPa auf über 1.100 MPa anstieg. Damit können vorteilhaft gleichzeitig hochfeste und hochkorrosionsbeständige Werkstücke hergestellt werden.

[0017] Erfindungsgemäße Werkstücke zeigen weiterhin den Vorteil einer verzunderungsarmen Wärmebehandlung. Durch Lufthärtung kann die Oberfläche insgesamt besser vor Verzunderungen geschützt werden, was sich vorteilhaft auf nachfolgende Verarbeitungs- und Beschichtungsprozesse auswirkt.

[0018] Erfindungsgemäß hergestellte Werkstücke eignen sich bevorzugt für nahtlose oder geschweißte Stahlrohre. Insbesondere können Werkstücke als dickwandige, Drehmoment übertragenden Bauteilen in Form von Antriebswellen, Getriebewellen oder Nockenwellen für Kraftfahrzeuge eingesetzt werden.

[0019] Auf Grund der guten Schweißigenschaften und geringem Festigkeitsabfall in der Schweißzone können erfindungsgemäße Werkstücke für den Aufbau von geschweißten oder gelöteten Baugruppen, insbesondere zur Herstellung von stoffschlüssig verbundenen Rahmenstrukturen für Kraftfahrzeuge, wie z.B. Gitterrohrrahmen, bei denen hohe Festigkeitsanforderungen auch im Bereich der Fügezone bestehen, eingesetzt werden. Ebenso können die Werkstücke vorteilhaft als Achsbau- teilen für Kraftfahrzeuge verwendet werden.

[0020] Erfindungsgemäße Werkstücke können für den Einsatz als Kraftfahrzeugbauteile bevorzugt in einem Umformwerkzeug zur Herstellung gehärtet werden, da sich gerade in diesem Bereich wesentliche Prozessschritte optimieren lassen.

[0021] Die Kraftfahrzeugbauteile im gehärteten Zustand können Zugfestigkeiten Rm in einem Bereich von 1.200 MPa bis 1.500 MPa bei einer Streckgrenze Rp 0,2 > 900 MPa und bei einer Bruchdehnung A5 in einem Bereich von 8 % - 16 % besitzen. Für Formbauteile im Stahlleichtbau ergeben sich im luftharten Zustand Zugfestigkeiten Rm von > 1.000 MPa bei einer Streckgrenze

Rp 0,2 > 750 MPa und bei einer Bruchdehnung A5 > 14 %.

Patentansprüche

1. Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung, die in Massenanteilen aus Kohlenstoff (C) 0,11 - 0,18
Silizium (Si) 0,10 - 0,30
Mangan (Mn) 1,60 - 2,20
Phosphor (P) < 0,0015
Schwefel (S) < 0,010
Chrom (Cr) 1,00 - 2,00
Stickstoff (N) < 0,020
Niob (Nb) 0,020 - 0,050
Bor(B) 0,001 - 0,004
Titan (Ti) 0,001 - 0,050
und Eisen sowie erschmelzungsbedingter Verunreinigungen als Rest besteht, wobei ein umformtechnischer Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug in Form eines Blechs oder Rohrs mit einem duktilen ferritisch-perlitischen Gefüge und wobei anschliessend eine Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb von Ac3 erfolgt, gefolgt von einer Abkühlung an, gefolgt von einer optionalen Anlassbehandlung, wobei das auf diese Weise hergestellte Werkstück eine Zugfestigkeit Rm > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A5 > 12 % aufweist.
2. Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung, mit der chemischen Zusammensetzung gemäß Patentanspruch 1, wobei ein umformtechnischer Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug in Form eines Blechs oder Rohrs mit einem duktilen ferritisch-perlitischen Gefüge mit einer Bruchdehnung A5 > 25 % bei einer Umformtemperatur unter 400 °C erfolgt und wobei anschliessend eine Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb von Ac3 erfolgt, gefolgt von einer Abkühlung an Luft mit Abkühlraten zwischen 0,5 bis 5 °C/sec, gefolgt von einer optionalen Anlassbehandlung, wobei das auf diese Weise hergestellte Werkstück eine Zugfestigkeit Rm > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A5 > 12 % aufweist.
3. Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung, die in Massenanteilen aus Kohlenstoff (C) 0,13 - 0,17
Silizium (Si) 0,10 - 0,30
Mangan (Mn) 1,80 - 2,10
Phosphor (P) < 0,0015
Schwefel (S) < 0,010
Chrom (Cr) 1,25 - 1,60
Stickstoff (N) < 0,020
Niob (Nb) 0,020 - 0,040
Bor (B) 0,001 - 0,004
Titan (Ti) 0,002 - 0,050

und Eisen sowie erschmelzungsbedingter Verunreinigungen als Rest besteht, wobei ein umformtechnischer Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug in Form eines Blechs oder Rohrs mit einem duktilen ferritisch-perlitischen Gefüge mit einer Bruchdehnung A5 > 25 % bei einer Umformtemperatur unter 400 °C erfolgt und wobei anschliessend eine Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb von Ac3 erfolgt, gefolgt von einer Abkühlung an Luft mit Abkühlraten zwischen 0,5 bis 5 °C/sec, gefolgt von einer optionalen Anlassbehandlung, wobei das auf diese Weise hergestellte Werkstück eine Zugfestigkeit Rm > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A5 > 12 % aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4. Werkstück nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Halbzeug nahtlose oder geschweißte Rohre verwendet werden.
5. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 für Drehmoment übertragende Bauteile in Form von Antriebswellen, Getriebewellen oder Nockenwellen für Kraftfahrzeuge.
6. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 für stoffschlüssig verbundene Rahmenstrukturen für Kraftfahrzeuge.
7. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 als Achsbauteil von Kraftfahrzeugen.
8. Verwendung des nach einem der Patentansprüche 1 bis 3 hergestellten Werkstücks im Stahlleichtbau, wobei das Werkstück eine Streckgrenze Rp 0,2 > 750 MPa und eine Bruchdehnung A5 > 14 % aufweist.
9. Werkstück aus einer Stahllegierung entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Erhitzen auf eine Temperatur oberhalb Ac3 eine Warmumformung und Härtung in einem gekühlten Umformwerkzeug bei Abkühlraten > 10 °C/sec erfolgt, zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils.
10. Werkstück nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftfahrzeugbauteil im gehärteten Zustand eine Zugfestigkeit Rm in einem Bereich von 1.200 MPa bis 1.500 MPa, eine Streckgrenze Rp0,2 von mehr als 900 MPa und eine Bruchdehnung A5 in einem Bereich von 8 % bis 16 % aufweist.
11. Werkstück nach Anspruch 1, 2, 3, 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es durch eine sich an die Umformung anschließende Schmelztauchverzinkung mit einer Zink-Basis-Beschichtung beschichtet ist, wobei die bei der Schmelztauchverzinkung

kung verwendete Schmelze einen Zink-Anteil von mehr als 50 % enthält, dass eine Schmelzbadtemperatur von größer 380 °C eingestellt ist und, dass das verzinkte Werkstück eine Zugfestigkeit R_m in einem Bereich von 1.000 MPa bis 1.400 MPa, eine Streckgrenze R_{p02} von mehr als 900 MPa und eine Bruchdehnung A₅ in einem Bereich von 8 % bis 16 % aufweist.

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2) EPÜ.

1. Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung, die in Massenanteilen aus

Kohlenstoff (C)	0,11 - 0,18
Silizium (Si)	0,10 - 0,30
Mangan (Mn)	1,60 - 2,20
Phosphor (P)	< 0,0015
Schwefel (S)	< 0,010
Chrom (Cr)	1,00 - 2,00
Stickstoff (N)	< 0,020
Niob (Nb)	0,020 - 0,060
Bor (B)	0,001 - 0,004
Titan (Ti)	0,001 - 0,050

und Eisen sowie erschmelzungsbedingter Verunreinigungen als Rest besteht, wobei ein umformtechnischer Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug in Form eines Blechs oder Rohrs mit einem duktilen ferritisch-perlitischen Gefüge und wobei anschliessend eine Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb von Ac₃ erfolgt, gefolgt von einer Abkühlung an Luft, gefolgt von einer optionalen Anlassbehandlung, wobei das auf diese Weise hergestellte Werkstück eine Zugfestigkeit R_m > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A₅ > 12 % aufweist.

2. Werkstück aus einer hochfesten Stahllegierung, mit der chemischen Zusammensetzung gemäß Patentanspruch 1, wobei ein umformtechnischer Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug in Form eines Blechs oder Rohrs mit einem duktilen ferritisch-perlitischen Gefüge mit einer Bruchdehnung A₅ > 25 % bei einer Umformtemperatur unter 400 °C erfolgt und wobei anschliessend eine Wärmebehandlung durch Austenitisieren oberhalb von Ac₃ erfolgt, gefolgt von einer Abkühlung an Luft mit Abkühlraten zwischen 0,5 bis 5 °C/sec, gefolgt von einer optionalen Anlassbehandlung, wobei das auf diese Weise hergestellte Werkstück eine Zugfestigkeit R_m > 1.200 MPa bei einer Bruchdehnung A₅ > 12 % aufweist.

3. Werkstück nach Anspruch 1 aus einer hochfesten

Stahllegierung, die in Massenanteilen aus

Kohlenstoff (C)	0,13 - 0,17
Silizium (Si)	0,10 - 0,30
Mangan (Mn)	1,80 - 2,10
Phosphor(P)	< 0,0015
Schwefel (S)	< 0,010
Chrom (Cr)	1,25 - 1,60
Stickstoff (N)	< 0,020
Niob (Nb)	0,020 - 0,040
Bor (B)	0,001 - 0,004
Titan (Ti)	0,002 - 0,050

und Eisen sowie erschmelzungsbedingter Verunreinigungen als Rest besteht, wobei der umformtechnische Herstellungsschritt ausgehend von einem Halbzeug mit einer Bruchdehnung A₅ > 25 % bei einer Umformtemperatur unter 400 °C erfolgt, wobei die Abkühlung an Luft mit Abkühlraten zwischen 0,5 bis 5 °C/sec erfolgt.

4. Werkstück nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Halbzeug nahtlose oder geschweißte Rohre verwendet werden.

5. Werkstück aus einer Stahllegierung entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Erhitzen auf eine Temperatur oberhalb Ac₃ eine Warmumformung und Härtung in einem gekühlten Umformwerkzeug bei Abkühlraten > 10 °C/sec erfolgt, zur Herstellung eines Kraftfahrzeugbauteils.

6. Werkstück nach Patentanspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kraftfahrzeugbauteil im gehärteten Zustand eine Zugfestigkeit R_m in einem Bereich von 1.200 MPa bis 1.500 MPa, eine Streckgrenze R_{p0,2} von mehr als 900 MPa und eine Bruchdehnung A₅ in einem Bereich von 8 % bis 16 % aufweist.

7. Werkstück nach Anspruch 1, 2, 3, 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es durch eine sich an die Umformung anschließende Schmelztauchverzinkung mit einer Zink-Basis-Beschichtung beschichtet ist, wobei die bei der Schmelztauchverzinkung verwendete Schmelze einen Zink-Anteil von mehr als 50 % enthält, dass eine Schmelzbadtemperatur von größer 380 °C eingestellt ist und, dass das verzinkte Werkstück eine Zugfestigkeit R_m in einem Bereich von 1.000 MPa bis 1.400 MPa, eine Streckgrenze R_{p02} von mehr als 900 MPa und eine Bruchdehnung A₅ in einem Bereich von 8 % bis 16 % aufweist.

8. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 für Drehmoment übertragende Bauteile in Form von Antriebswellen, Getriebewellen oder Nockenwellen für Kraftfahrzeuge.

5

9. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 für stoffschlüssig verbundene Rahmenstrukturen für Kraftfahrzeuge.

10. Verwendung des Werkstücks nach Anspruch 4 als Achsbauteil von Kraftfahrzeugen.

10

11. Verwendung des nach einem der Patentansprüche 1 bis 3 hergestellten Werkstücks im Stahlleichtbau, wobei das Werkstück eine Streckgrenze $R_{p0,2} > 750$ MPa und eine Bruchdehnung $A_5 > 14$ % aufweist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 1 565 588 B1 (BENTELER STAHL ROHR GMBH [DE]) 22. März 2006 (2006-03-22) * das ganze Dokument *	1-11	INV. C22C38/00

D,A	DE 10 2004 053620 A1 (SALZGITTER FLACHSTAHL GMBH [DE]) 4. Mai 2006 (2006-05-04) * das ganze Dokument *	1-11	

A	EP 0 576 107 A1 (MANNESMANN AG [DE]) 29. Dezember 1993 (1993-12-29) * das ganze Dokument *	1-11	

A	JP 05 302119 A (SUMITOMO METAL IND) 16. November 1993 (1993-11-16) * Zusammenfassung; Tabelle 1 *	1	

A	JP 07 331381 A (NIPPON STEEL CORP) 19. Dezember 1995 (1995-12-19) * Zusammenfassung; Tabellen 1-6 *	1	

A	KATSUMATA M ET AL: "DEVELOPMENT OF HIGH STRENGTH AND HIGH TOUGHNESS LOW CARBON - LOW ALLOY STEEL FOR HOT FORGED PARTS" KOBELCO TECHNOLOGY REVIEW, KOBE STEEL, KOBE, JP, Nr. 11, Juni 1991 (1991-06), Seiten 29-32, XP001038795 ISSN: 0913-4794 * Absatz [02.2]; Tabelle 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C22C C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 18. Oktober 2007	Prüfer Gavriliu, Alexandru
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 anderen 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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

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

EP 07 01 4185

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

18-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1565588 B1	22-03-2006	AU 2003291954 A1 WO 2004048628 A1 DE 10255264 A1 EP 1565588 A1	18-06-2004 10-06-2004 17-06-2004 24-08-2005
DE 102004053620 A1	04-05-2006	WO 2006048009 A1 EP 1807544 A1 KR 20070073858 A	11-05-2006 18-07-2007 10-07-2007
EP 0576107 A1	29-12-1993	DE 4219336 A1 ES 2073946 T3 JP 6073505 A US 5370751 A	16-12-1993 16-08-1995 15-03-1994 06-12-1994
JP 5302119 A	16-11-1993	KEINE	
JP 7331381 A	19-12-1995	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1022148784 [0003]
- EP 156558981 A [0003]
- EP 1565588 B1 [0003]
- DE 10261210 A1 [0003]
- DE 102004053620 A1 [0003] [0006]
- DE 2452486 C2 [0004]