



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
21.02.2024 Patentblatt 2024/08

(21)

Anmeldenummer: 22191218.1

(22)

Anmeldetag: 19.08.2022

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21D 8/10 (2006.01) C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/12 (2006.01)

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C22C 38/02; C21D 8/105; C22C 38/04;
C22C 38/06; C22C 38/12

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71)

Anmelder: Benteler Steel/Tube GmbH
33104 Paderborn (DE)

(72)

Erfinder:
• Runschke, Anton
33604 Bielefeld (DE)
• Halfpap, Christopher
33106 Paderborn (DE)

• Sasse, Daniel
46569 Hünxe (DE)
• Brabander, Helwig
33154 Salzkotten (DE)
• Mehren, Bernd
47249 Duisburg (DE)

(74)

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

Bemerkungen:

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 137(2)
EPÜ.

(54)

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ROHRFÖRMIGEN HALBZEUGS

(57)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstel-
lung eines nahtlosen und warmgewalzten rohrförmigen
Halbzeugs mittels folgender Schritte:
a) Herstellen eines Knüppels aus einer Stahllegierung,
die in Gewichtsprozent aus

C	0,04 - 0,48
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 2,90
S	0,10 - 0,40
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm

und optional

V	max. 0,5
N	max. 0,15
Pb	max. 0,1
P	max. 0,1
B	max. 0,01
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreini-

gungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 30:1 in Gew.-% besteht;

b) Trennen des Knüppels in Blöcke;

c) Umformung des Blockes zu einem Hohlblock bei einer Temperatur von mindestens 1.000°C durch Lochen mittels Lochpresse und anschließendes Elongieren unter Abnahme der Wanddicke und des Außendurchmesser mittels Schrägwalzen oder durch gleichzeitiges Lochen und Elongieren des Blockes durch einen Schrägwalzprozess unter Verwendung eines Innendorns;

d) Längen des Hohlblockes im warmen Zustand bei einer Temperatur von mindestens 750 °C;

e) Endwalzen ohne Innendorn und bei einer Temperatur von 850 °C bis 1200 °C, zur Einstellung der finalen Geometrie eines rohrförmigen Halbzeuges, wobei das Endwalzen nach einem optionalen Schritt zur Zwischenerwärmung erfolgt und wobei eine Endtemperatur nach dem Walzen in einem Bereich von 740°C bis 1150 °C liegt.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen und warmgewalzten rohrförmigen Halbzeugs.

[0002] Die EP 1 264 912 A1 offenbart einen Automatenstahl mit guter Zerspanbarkeit beim Bearbeiten durch ein Werkzeug aus Hartmetall. Dieser Stahl wird aus einer Legierung hergestellt, die im Wesentlichen in Gewichtsprozent folgende Zusammensetzung aufweist: C 0,05-0,8%, Si 0,01-2,5%, Mn 0,1-3,5%, O 0,0005-0,01 %, S 0,01-0,2%, Al 0,001-0,020%, Ca 0,0005-0,02% und kann optional Cr bis 3,5%, Mo bis 2,0%, Cu bis 2,0%, Ni bis 4% und B 0,0005-0,01% enthalten. Zusätzlich kann Nb bis 0,2%, Ti bis 0,2%, V bis 0,5% und N bis 0,04%, Ta bis 0,5%, Zr bis 0,5% und Mg bis 0,02% enthalten sein, Rest Eisen und verschmelzungsbedingte Verunreinigungen. Zudem sind Zugaben von Pb, Bi, Se, Te, Sn und Tl möglich.

[0003] Die Zerspanbarkeit von Stählen kann durch Zugabe von Blei, Phosphor und insbesondere Schwefel verbessert werden. Hochgeschwefelte Stähle sind als Vollmaterial weit verbreitet und werden insbesondere aufgrund ihrer guten Zerspanbarkeit als Automatenstähle bezeichnet. Die Verbesserung der Zerspanbarkeit geht einher mit einer negativen Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften sowie einer stark reduzierten Warmumformbarkeit. Die Rohrherstellung mittels Warmumformung wird dadurch erheblich erschwert. Insbesondere kann ein höherer Schwefelgehalt auch in Brüchigkeit, wie Rotbruch oder Heißbruch, resultieren. Die Brüchigkeit ist bei der Rohrherstellung besonders problematisch.

[0004] Ein zentraler Unterschied der Rohrherstellung gegenüber Vollmaterial ist das Lochen. Dieses legt Materialfehler und Materialschwachstellen im Vergleich zur nur äußeren Krafteinbringung verstärkt offen, führt weniger zum Verschweißen von Fehlern und begünstigt die Rissausbildung sowie den Rissfortschritt im Material. Gegenüber Vollmaterial haben Rohre weniger Material im Querschnitt. Bei Auftreten von Rissen, insbesondere bei Zugbelastung, können diese dadurch weniger gut kompensiert werden. Ein Aufreißen oder Abreißen des Materials wird begünstigt.

[0005] Für nahtlose, warmgeformte Rohre werden daher zumeist Schwefelgehalte im Bereich bis max. 0,05 Gew.-% eingestellt, was eine Rohrherstellung mit üblichen Legierungskonzepten und Fertigungsabläufen bei guter Rohrqualität ermöglicht. Gleichzeitig wird die Zerspanbarkeit gegenüber höheren Schwefelgehalten dadurch signifikant reduziert. Das führt dazu, dass bei zerspanenden Bearbeitungsschritten von nahtlosen warmgeformten Rohrprodukten mit geringem Schwefelgehalt, beispielsweise beim Drehen, bezogen auf das Zerspanungsvolumen höhere Bearbeitungskosten im Vergleich zu hochgeschwefeltem Vollmaterial anfallen. Ursächlich hierfür sind insbesondere eine schlechtere Spanbildung, häufigere Prozess- und Anlagenstörungen sowie kürzere Werkzeugstandzeiten sowie teilweise gröbere Oberflächen der spanend bearbeiteten Werkstücke. Es besteht ein Zielkonflikt zwischen guter Zerspanbarkeit und guten Warmformeigenschaften.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen und warmgewalzten rohrförmigen Halbzeugs mit erhöhtem Schwefelgehalt aufzuzeigen mit besonderer Eignung für die spanende Verarbeitung. Die für das Halbzeug verwendete Stahllegierung soll Fertigungs- und Qualitätsprobleme infolge schlechterer Warmumformeigenschaften durch ein besonderes Legierungskonzept verhindern bzw. reduzieren. Zudem soll ein definiertes Niveau guter mechanischer Kennwerte trotz des negativen Einflusses des Schwefels auf die mechanischen Kennwerte erreicht werden. Materialschwachstellen infolge großer oxidischer Einschlüsse sollen reduziert werden, welche die Zerspanbarkeit, insbesondere die Werkzeugstandzeiten, negativ beeinflussen. Insgesamt soll sich das Halbzeug sehr gut für die spanende Verarbeitung eignen und insbesondere eine sehr gute Zerspanbarkeit besitzen.

[0007] Ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Halbzeugs ist Gegenstand des Patentanspruchs 1.

[0008] Das nach dem Verfahren hergestellte rohrförmige Halbzeug, das nahtlos und warmgewalzt ist und für eine spanende Verarbeitung vorgesehen ist, besteht aus folgender Stahllegierung, wobei alle Angaben in Gewichtsprozent sind:

C	0,04 - 0,48
Si	max. 0,60
Mn	1,10-2,90
S	0,10-0,40
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm

und optional

V max. 0,5

(fortgesetzt)

	N	max. 0,15
	Pb	max. 0,1
5	P	max. 0,1
	B	max. 0,01
	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1
10	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
15	Ti	max. 0,5

[0009] Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 30:1 Gew.-% beträgt. Begleitelemente umfassen alle Zusätze, die nicht zulegiert werden und sich z.B. durch einen Schrott-Anteil ergeben. Sie kommen bei der Herstellung von Sekundärstahl, z.B. Elektrostahl, üblicherweise vor. Alternativ ist der Einsatz von Primärstahl im erfindungsgemäßen Verfahren ebenfalls möglich.

[0010] Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist es, Schwefel zuverlässig und geeignet zu binden, um die Warmumformigenschaften des Halbzeuges zu verbessern. Das Abbinden erfolgt insbesondere durch Legieren von Mangan, welches eine hohe Affinität zu Schwefel besitzt und Mangansulfid ausbildet. Um eine zuverlässige Abbindung zu gewährleisten, wird ein Mindestgehalt von 1,1 Gew.-% Mn vorgegeben. Des Weiteren wird ein Verhältnis von Mn zu S von mindestens 3,3:1 Gew.-% und max. 30:1 Gew.-% vorgegeben. Ein zu hoher Mangangehalt führt zu Aufhärtung des Stahls und reduziert die Zerspanbarkeit. Der Mangangehalt wird daher auf max. 2,9 Gew.-% Mn, bevorzugt auf max. 1,8 Gew.-% Mn begrenzt.

[0011] Das Abbinden des Schwefels stellt sicher, dass keine schädlichen Gehalte von niedrigschmelzenden Eisensulfiden (Schmelzpunkt ca. 1200°C) auftreten, welche Heißbruch im Rohrherstellprozess verursachen können. Insbesondere durch Ausbildung niedrigschmelzender Eutektika kann der Schmelzpunkt auf unter 1000°C absinken und insbesondere Rotbruch verursachen. Eisensulfid lagert sich insbesondere entlang der Korngrenzen ab. Dadurch wird das Material zusätzlich geschwächt und interkristalliner Bruch begünstigt. Durch Legieren von Mangan in den genannten Grenzen bilden sich dagegen bevorzugt hochschmelzende Mangansulfide (Schmelzpunkte ca. 1600°C). Der Anteil der Eisensulfide an den vorliegenden Sulfiden beträgt maximal 6 %, vorzugsweise maximal 3 %.

[0012] Im Kern eines Knüppels oder auch in oberflächennahen Bereichen des Knüppels oder des Halbzeuges können fertigungsbedingt abweichende Schwefel-Gehalte sowie eine abweichende Sulfid-Zusammensetzung auftreten, ohne dass der Knüppel insgesamt von den vorgegebenen Anteilen bzw. Gehaltsspannen abweicht.

[0013] Wichtig für das erfindungsgemäße Verfahren ist zudem, dass das Knüppelmaterial auf geeignete Weise desoxidiert ist. Sauerstoff kann insbesondere durch Modifikation der Mangansulfide die Zerspanbarkeit verbessern. Bei zu hohen Sauerstoffgehalten ist eine Rohrherstellung bei guter Qualität unter anderem aufgrund von Fehlstellen jedoch nicht möglich. Der Sauerstoffgehalt wird daher auf max. 80 ppm und vorzugsweise max. 60 ppm zu begrenzt. Hierfür wird als zentrales Element Aluminium verwendet und der Schmelze zur Desoxidation zugegeben. Silizium und Mangan wirken ebenfalls desoxidierend, allerdings mit deutlich geringerer Affinität zu Sauerstoff als Aluminium.

[0014] Zusätzlich wird die Schmelze einer Kalziumbehandlung unterzogen, wodurch die Oxide, insbesondere die Aluminiumoxide, modifiziert werden. Mit einer Gasspülung werden die Verbindungen teilweise ausgespült und ein Al-Gehalt von 0,002 - 0,060 Gew.-% eingestellt. Ein Mindestgehalt Al bleibt prozessbedingt im Material zurück. Die Begrenzung des Al-Gehalts ist erforderlich, da ein zu hoher Al-Wert zur Einbringung von Materialfehlern während des Abgießens führen kann, was wiederum für die Warmumformung bei der Rohrherstellung nachteilig ist. Zusätzlich würde dies die Bildung von größeren Clustern aus Aluminiumoxiden begünstigen, die ebenfalls nachteilig sind und beispielsweise aufgrund von hoher Härte den Werkzeugverschleiß bei der Zerspanung erhöhen. Der Al-Gehalt kann daher bei allen erfindungsgemäßen Legierungen auf einen bevorzugten Bereich von 0,002 bis 0,020 Gew.-% beschränkt werden.

[0015] Mit der Kalziumbehandlung werden im Material befindliche Oxide, insbesondere Aluminiumoxid, modifiziert. Es werden insbesondere Kalziumaluminat gebildet. Das Kalzium kann dabei auf verschiedene Weisen, beispielweise als Kalzium-Silizium-Draht, zugegeben werden. Oxide mit Kalziumanteil haben die positive Eigenschaft, dass sie den Spanbruch verbessern. Der negative Einfluss auf den Werkzeugverschleiß wird reduziert, da verschleißfördernde harte Aluminiumoxide in ihrer Anzahl stark reduziert werden. Ein gewisser Anteil kalziumbehandelten Oxiden kann daher im Material verbleiben. Während einer Gasspülung der Legierung wird ein Großteil der Einschlüsse ausgespült. Kalziumaluminat lassen sich dabei im Vergleich zu unbehandelten Aluminiumoxiden einfacher ausspülen. Insgesamt ermöglicht

dies unter anderem auch eine verbesserte Kontrolle des Al-Gehaltes. Kalzium hat zudem Einfluss auf die Ausbildung von Mangansulfiden. Eine Verbindung von Mangansulfiden mit Ca führt zu einer Vergrößerung der Einschlüsse, was die Zerspanbarkeit ebenfalls positiv beeinflusst. Zusätzlich wird Längung der Sulfide während des Warmwalzprozesses bei diesen Einschlüssen reduziert. Eine Verbindung des Schwefels mit Kalziumaluminaten oder mit Kalzium sind ebenfalls möglich. Der im Material verbleibende Kalziumgehalt liegt im Bereich von 0,0001 - 0,02 Gew.-%. Da hohe Kalzium-Gehalte eine Vormaterialherstellung insbesondere im Strangguss erschweren, beträgt der Ca-Gehalt vorzugsweise 0,0005 - 0,01 Gew.-%. Blei trägt ebenfalls zur Verbesserung der Zerspanbarkeit bei. Blei verbessert den Spanbruch und hat eine schmierende Wirkung zwischen Werkstück und Werkzeug. Aufgrund seiner toxischen Eigenschaften ist der Gehalt von Blei auf max. 0,1 Gew.-% begrenzt und beträgt bevorzugt max. 0,035 Gew.-%.

[0016] Kohlenstoff erhöht als ein zentrales Element die Festigkeit in Stahl. Der Mindestgehalt wird daher mit 0,04 Gew.-% vorgegeben. Ein zu hoher C-Gehalt verstärkt insbesondere den Werkzeugverschleiß, weshalb eine Obergrenze von 0,48 Gew.-% vorgegeben wird.

[0017] Silizium erhöht die Festigkeit und insbesondere die Streckgrenze. Gleichzeitig wird die Schweißbarkeit kaum beeinflusst. Silizium reduziert jedoch Duktilität und Zerspanbarkeit. Der Gehalt wird auf max. 0,60 % Gew.-% begrenzt. Der Si-Gehalt kann mit 0,20 bis 0,60 Gew.-% vorgegeben werden. Insbesondere für Automatenstähle mit höheren Anforderungen an die mechanischen Kennwerte, die nach der Zerspanung geschweißt werden, ist dies vorteilhaft.

[0018] Phosphor und Stickstoff verbessern die Zerspanbarkeit, insbesondere den Spanbruch. Die Elemente wirken sich verspröndend auf das Material aus und verschlechtern die mechanisch technologischen Eigenschaften sowie die Warmumformeigenschaften. Der Gehalt wird daher auf P max. 0,1 Gew.-% und N max. 0,15 Gew.-% begrenzt. Insbesondere bei Rohren mit besonderen Anforderungen an die mechanischen Kennwerte beträgt der Gehalt bevorzugt P max. 0,025 Gew.-% und N max. 0,05 Gew.-%. Die Gehalte von P und N dürfen in Summe 0,2 Gew.-% nicht überschreiten. Alternativ kann Bor legiert werden, das ebenfalls verspröndend wirkt. Bor erhöht unter anderem die Festigkeit, was zu einem erhöhten Werkzeugverschleiß führen kann und wirkt sich negativ auf die Warmumformbarkeit aus. Der Bor-Gehalt wird daher auf max. 0,01 Gew.-% und vorzugsweise max. 0,002 Gew.-% begrenzt. Eine generelle Herstellbarkeit mit Borgehalten oberhalb dieser Spannen ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, aber nicht vorteilhaft.

[0019] Zu einer weiteren Verbesserung der Zerspanbarkeit kann dem Stahl Bismut, Tellur und/oder Selen legiert werden. Der Effekt beruht unter anderem auf der Anreicherung in Mangansulfiden bzw. in der Nähe von Mangansulfiden. Die Elemente reduzieren bei höheren Anteilen allerdings die Warmumformbarkeit. Daher werden die Gehalte auf Bismut max. 0,1 Gew.-%, Tellur max. 0,07 Gew.-% und Selen max. 0,2 Gew.-% begrenzt. Höhere Tellurgehalte können unter anderem die Wahrscheinlichkeit für Oberflächenfehler erhöhen. Der Tellurgehalt kann daher bevorzugt auf max. 0,03 % begrenzt werden. Aufgrund der reduzierten Warmumformeigenschaften sind Selengehalte bis 0,12 % zu bevorzugen.

[0020] Für die Erfindung besonders geeignete Legierungen sind in der Tabelle 1 genannt, wobei alle in der Tabelle genannten Legierungen (alle Angaben in Gew.-%, außer O) Al 0,002-0,060; Ca 0,001- 0,02 sowie O max. 80 ppm und optional P max. 0,1; Pb max. 0,1; N max. 0,15; Bi max. 0,1; Te max. 0,07; Se max. 0,2; B max. 0,01; Ni max. 2; Cu max. 0,8; Nb max. 0,3; Ti max. 0,5; N+P max. 0,2; Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente enthalten, wobei das Verhältnis von Mn/S in dem Bereich von 3,3:1 bis 30:1 liegt. Das nach dem Verfahren hergestellte Halbzeug besitzt vorzugsweise folgende mechanische Kennwerte: Re min. 190 MPa; Rm min. 310 MPa, A min. 7 %.

[0021] Die Herstellung der rohrförmigen Halbzeuge beginnt mit der Bereitstellung von stranggegossenen oder vorumgeformten Knüppeln mit unterschiedlichen Querschnittsgeometrien, wobei Rundknüppel zu bevorzugen sind, aus einer der vorstehend genannten Stahllegierungen. Ein Knüppel wird in kleinere Blöcke eingeteilt. Das Einteilen in Blöcke kann im kalten oder im warmen Zustand erfolgen.

[0022] Für die Weiterverarbeitung werden die Blöcke auf eine Temperatur von 1100°C - 1400°C erwärmt. Die Blöcke werden mittels Lochpresse gelocht. Dadurch entsteht ein Hohlblock. Dieser Hohlblock wird unter Abnahme der Wanddicke (WD) und des Außendurchmessers mittels Schrägwalzen elongiert. Alternativ erfolgt das Lochen des Blockes in einem Schrägwalzprozess unter Zuhilfenahme eines Innenwerkzeugs. Dabei können verschiedene Walzengeometrien und Anzahl an Schrägwalzen (2 oder 3) verwendet werden. Auch verschiedene Führungseinrichtungen, wie Führungslineal, Führungsscheiben oder Führungsrollen, können eingesetzt werden. Während der vorstehend genannten Prozesse weist das Material eine Mindesttemperatur von 1.000°C auf.

[0023] Der elongierte Hohlblock wird anschließend im warmen Zustand bei mindestens 750°C nochmals gelängt. Hierfür eignet sich das Stoßbankverfahren, bei welchem der gelochte Hohlblock auf einer Dornstange als Innenwerkzeug durch in Reihe angeordnete Gerüste, mit nicht angetriebenen Rollen, abgestreckt wird oder ein lineares Walzwerk mit Innenwerkzeug und angetriebenen Gerüsten, auch als Rohrkontivverfahren bezeichnet, bzw. dessen Weiterentwicklungen wie bspw. die Multi-stand Plug Mill bzw. Multi-stand Pipe Mill (MPM) bei dem das Innenwerkzeug kontrolliert geführt wird. Es kann eine verschiedene Anzahl an Walzen je Gerüst verwendet werden. Ein Anstellen der Walzen während des Walzprozesses ist verfahrensabhängig möglich. Durch das Materialkonzept, insbesondere da nahezu keine FeS vorliegen, können hierbei auch geringere Temperaturen verwendet werden. Brüchigkeit, insbesondere Rotbrüchigkeit, tritt nicht auf. Temperaturen unmittelbar nach dem Längen des Hohlblocks in Stoßbank, Rohrkontiwalzwerk sowie den

beschriebenen Weiterentwicklungen im Bereich 900 - 1130 °C sind zu bevorzugen. Eine Mindesttemperatur von 750°C darf jedoch innerhalb des Walzprozesses niemals unterschritten werden.

[0024] Alternativ kann auch das Stopfenwalzverfahren verwendet werden. Dabei wird der Hohlblock unter Einsatz von Arbeitswalzen auf eine Stopfenstange mit Walzstopfen gewalzt, die gegen ein Widerlagen abgestützt ist. Weitere Alternativen zum Elongieren sind ein Schrägwalzwerk, z.B. Asselwalzwerk, Diescherwalzwerk oder Planetenschrägwalzwerk mit 3 oder 4 Walzen und kontrolliert geführtem Innenwerkzeug. Auch bei diesen Alternativen darf genannte Mindesttemperatur von 750°C nicht unterschritten werden.

[0025] Die finale Geometrie wird in einem Endwalzprozess ohne Innenwerkzeug bei einer Temperatur des Materials bei Prozessbeginn von 850 °C - 1200 °C und vorzugsweise 900 - 1100 °C eingestellt. Hierfür kann ein Streckreduzierwalzwerk, ein Reduzierwalzwerk oder ein Maßwalzwerk verwendet werden. Das vorangegangene Zwischenprodukt kann hierfür optional vorab wieder erwärmt werden. Auch eine induktive Wiedererwärmung innerhalb des Prozesses ist möglich. Die Walzendtemperatur nach finaler Umformung liegt in einem Bereich von 740°C - 1.150°C und bevorzugt bei 800 - 1070°C. Abschließend werden die rohrförmigen Halbzeuge abgekühlt beispielsweise auf einem Kühlbett. Das Kühlen kann bis auf Raumtemperatur erfolgen, alternativ kann vorgesehen sein, dass vor einem finalen Abkühlen auf Raumtemperatur ein Zwischenschritt wie eine Wärmebehandlung und/oder ein Richten durchgeführt wird.

[0026] Oberflächliche Temperaturabweichungen sind bei allen Produktionsstufen möglich, z.B. an den Rohrende oder Kontaktflächen, wie Walzen- oder Rollen, wobei die durchschnittliche Temperatur über das Zwischenprodukt nicht die genannten Werte unter- oder überschreiten darf.

[0027] Auf Werkstoffebene führt die Kombination von Materialanalyse, Warmumformung und Temperaturführung dazu, dass eine feine Verteilung von Mangansulfiden im Material vorliegt. Bei Mangansulfiden erfolgt während der Walzung eine Längung in Walzrichtung. Kleinere Rohrabmessungen weisen im Mittel eine stärkere Längung der Mangansulfide auf. Zumeist bleibt eine gewisse Krümmung der gelängten Mangansulfide erhalten. Die Krümmung nimmt dabei mit dem Grad der Längung der Mangansulfide sowie des Rohres ab. Mangansulfide können eine reduzierte Längung aufweisen oder eine kugelförmige Form beibehalten, wenn die Mangansulfide in Verbindung mit anderen Elementen, wie beispielsweise Kalzium, vorliegen.

[0028] Die erfindungsgemäßen Prozessführung mit dem verwendeten Legierungskonzept ermöglicht die Herstellung bei vergleichsweise geringeren Temperaturen und ermöglicht dadurch die Einsparung von Energie und damit die Reduzierung der CO₂-Emissionen. Gleichzeitig wird der Prozess resistenter gegen Prozessstörungen, da auch kühlere Hohlblöcke bzw. Zwischenprodukte gefertigt werden können, ohne dass Rotbruch auftritt. Die mechanischen Eigenschaften des Halbzeuges sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren trotz des hohen Schwefelgehalts gut.

[0029] Zur weiteren Verbesserung der mechanischen Kennwerte kann Vanadium legiert werden. Vanadium verfeinert das Korn. Es führt zur Verbesserung der Festigkeit und Zähigkeit, gleichzeitig wird die Zerspanbarkeit reduziert. Vanadium-Gehalte von 0,5 % sollten nicht überschritten werden. Optional kann eine V-Spanne von 0,06 - 0,17 % verwendet werden, die verbesserte mechanische Kennwerte mit einer sehr hohen Zerspanbarkeit verbindet.

[0030] Die mechanischen Kennwerte auf Basis von Zugversuchen bei Raumtemperatur (RT) von besonders geeigneten Legierungen sind zu den Legierungen in Tabelle 1 sowie gemäß der Unteransprüche angegeben. Die Zugversuche können nach European Standard EN 10002-1 oder International Standard ISO 6892-1 durchgeführt werden. Die Ober- und Unterseiten der Proben können dabei bearbeitet oder unbearbeitet, d.h. den Rohroberflächen entsprechend, sein. Üblicherweise werden Flachproben verwendet. Die Legierungen können optional mit vorgegebener Kerbschlagarbeit in Joule gefertigt werden. Die Kerbschlagarbeit kann für die in den Ansprüchen angegebenen Legierungen mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 oder International Standard ISO 148-1 ermittelt werden. Zur Ermittlung wurden Charpys in Längsrichtung und eine V-Notch (KV) verwendet. Es werden hinsichtlich der Wanddicke (WD) ein Bereich bis 12 mm WD und ein Bereich ab 12 mm WD unterschieden.

[0031] In Bezug auf die vorstehend genannten Varianten der Halbzeuge aufgrund der unterschiedlichen Stahllegierungen und mechanischen Kennwerte ist zu betonen, dass sich diese mechanischen Kennwerte auf den warmgewalzten Zustand beziehen und durch Modifikation des rohrförmigen Halbzeuges, z.B. der Wärmebehandlung, wie an sich bekanntes Härten, Anlassen, Spannungsarmglühen, und/oder Kaltzüge auch abweichende Kennwerte eingestellt werden können.

[0032] Im Ergebnis ergeben sich durch die erfindungsgemäß für das Halbzeug verwendete Stahllegierung und den Herstellprozess eine verbesserte Spanbildung, verbesserte Werkzeugstandzeiten und insgesamt eine Verbesserung der Zerspanbarkeit. Die Schmierwirkung des Schwefels bleibt bei der erfindungsgemäß für das Halbzeug verwendeten Stahllegierung erhalten. Durch die erfindungsgemäß für das Halbzeug verwendete Stahllegierung bzw. das Verfahren zur Herstellung von nahtlosen, warmgewalzten rohrförmigen Halbzeugen wird eine Anpassung der Zerspanungsparameter, z.B. der Schnittgeschwindigkeit, des Vorschubs und der Schnitttiefe, zu höheren Werten möglich. Es ist eine schnellere Bearbeitung möglich, wodurch die Fertigungskosten reduziert werden. Der Anteil von Ausschussteilen, z. B. durch Anlagen- oder Prozessstörungen, wird gesenkt.

[0033] In einer Weiterbildung der Erfindung wird das rohrförmige Halbzeug kaltgezogen. Hierzu wird die Rohroberfläche vorbereitet, z.B. durch Beizen, und zur Verbesserung der Gleiteigenschaften ein Schmiermittel aufgetragen. Damit

das rohrförmige Halbzeug in eine Ziehmatrize eingeführt werden kann, wird der Außendurchmesser an einem Ende des Vorrohres auf ein Maß unterhalb der Ziehmatrize reduziert. Diese Umformung an einem Ende des Vorrohres erfolgt je nach Abmessung optional mit einer Vorwärmung.

[0034] Anschließend erfolgt das Ziehen des Vorrohres durch die Ziehmatrize mit oder ohne Innenwerkzeug/Ziehdon, wobei die Rohrabmessung über die gesamte Länge des rohrförmigen Halbzeuges geändert werden. Das Schmiermittel reduziert die Reibung mit der Ziehmatrize. Das Ergebnis dieses Ziehprozesses ist ein mittels Warmwalzen und anschließender Kaltumformung hergestelltes Langprodukt in Form eines rohrförmigen Halbzeugs.

[0035] Die Querschnittsabnahme kann infolge der besseren Qualitätslage und des besseren Umformvermögens aufgrund der optimierten Einschlussmorphologie des Werkstoffes gleich derer nicht-geschwefelter Varianten gewählt werden. Anzustrebende Querschnittsabnahmen liegen im Bereich 15-45 % pro Zug.

[0036] Das warmgewalzte oder warmgewalzte und gezogene rohrförmige Halbzeug wird üblicherweise nach dem Herstellprozess gerichtet.

[0037] Das warmgewalzte oder warmgewalzte und gezogene rohrförmige Halbzeug kann durch mindestens eine Kaltumformung oder Kaltverformung in seiner Gestalt geändert werden. Optional kann dieser Vorgang auch im erwärmten Zustand oder nach vorheriger Wärmebehandlung durchgeführt werden. Das Langprodukt kann durch Trennen, insbesondere Sägen, in Halbzeuge mit bedarfsgerechter Länge unterteilt werden. Diese Halbzeuge werden in einem weiteren Fertigungsschritt zumindest anteilig in Bezug auf die Oberfläche der Halbzeuge spanend bearbeitet. Als spanende Fertigungsverfahren sind insbesondere die trennenden Verfahren zu nennen, in der Regel mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere Verfahren wie Drehen, Fräsen oder Bohren. In der Regel erfolgt die Bearbeitung, um die Produkte mit weiteren Bauteilen zu fügen.

[0038] Das rohrförmige Halbzeug ist durch das spanende Fertigungsverfahren im Wesentlichen rotationssymmetrisch. Im Wesentlichen bedeutet, dass zumindest in einem Längenabschnitt einer Oberfläche, vorzugsweise in einem überwiegenden Teil der Länge des Halbzeugs, Rotationssymmetrie besteht. Daher ist auch ein rohrförmiges Halbzeug, das z.B. eine Querbohrung aufweist, im Sinne der Erfindung im Wesentlichen rotationssymmetrisch.

[0039] Ein Beispiel für ein spanend bearbeitetes Rohrprodukt aus diesem Halbzeug sind Hülsen und Abstandsringe. Hierbei handelt es sich um kurze zylindrische, gegebenenfalls mit Absätzen versehene, im Wesentlichen rotationssymmetrische, zerspanend hergestellte Bauteile unterschiedlicher Wandstärken.

[0040] Ein weiterer Anwendungsfall betrifft Kopplungsmuffen für diverse Anwendungen, wie beispielweise für Gewindeanker und Bewehrungen. Kopplungsmuffen sind zylindrische Bauteile in unterschiedlichen Längen und Wandstärken mit einem Innengewinde. Der Innendurchmesser und die Gewindemaße sind auf einen Gegenpart (Stange, Anker, etc.) abgestimmt. Außen werden derartige Muffen entweder bearbeitet oder bleiben unbearbeitet. Teilweise werden Kopplungsmuffen mit Verjüngungen, Absätzen und Bohrungen versehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen und warmgewalzten rohrförmigen Halbzeugs mittels folgender Schritte:

a) Herstellen eines Knüppels aus einer Stahllegierung, die in Gewichtsprozent aus

C	0,04 - 0,48
Si	max. 0,60
Mn	1,10-2,90
S	0,10-0,40
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm

und optional

V	max. 0,5
N	max. 0,15
Pb	max. 0,1
P	max. 0,1
B	max. 0,01
N+P	max. 0,2

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
10	Ti	max. 0,5

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 30:1 in Gew.-% besteht;

b) Trennen des Knüppels in Blöcke;

15 c) Umformung des Blockes zu einem Hohlblock bei einer Temperatur von mindestens 1.000°C durch Lochen mittels Lochpresse und anschließendes Elongieren unter Abnahme der Wanddicke und des Außendurchmesser mittels Schrägwalzen oder durch gleichzeitiges Lochen und Elongieren des Blockes durch einen Schrägwalzprozess unter Verwendung eines Innendorns;

d) Längen des Hohlblockes im warmen Zustand bei einer Temperatur von mindestens 750 °C;

20 e) Endwalzen ohne Innendorn und bei einer Temperatur von 850 °C bis 1200 °C, zur Einstellung der finalen Geometrie eines rohrförmigen Halbzeuges, wobei das Endwalzen nach einem optionalen Schritt zur Zwischen-erwärmung erfolgt und wobei eine Endtemperatur nach dem Walzen in einem Bereich von 740°C bis 1150 °C liegt.

25 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längen des Hohlblockes im warmen Zustand nach einem oder mehreren der folgenden Verfahren erfolgt: Stoßbankverfahren, Rohrkontivverfahren, Multi-stand Pipe Mill-Verfahren oder eines anderen linearen Walzprozesses mit angetriebenen Walzen und Innenwerkzeug, Stopfenwalzverfahren, Verfahren unter Verwendung eines Asselwalzwerks, Diescherwalzwerks oder Planetenschrägwalzwerks.

30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar nach dem Längen des Hohlblockes im warmen Zustand die Temperatur in einem Bereich von 900 - 1.130 °C liegt.

35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei auf die Oberfläche des rohrförmigen Halbzeuges ein Schmiermittel aufgetragen wird und der Außendurchmesser eines Endes des rohrförmigen Halbzeuges kalt oder mit einer Vorwärmung auf eine Temperatur von vorzugsweise mindestens 800 °C auf einen Durchmesser kleiner als der Innendurchmesser einer Ziehmatrize reduziert wird und in einem anschließend Schritt das rohrförmige Halbzeug mittels der Ziehmatrize im Durchmesser reduziert wird, indem das rohrförmige Halbzeug mit dem im Durchmesser reduzieren Ende in die Ziehmatrize eingeführt, gegriffen und anschließend mit oder ohne Innenwerkzeug durch die Ziehmatrize gezogen wird.

40 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ziehen mit einer oder mehreren im Durchmesser kleiner werdenden Ziehmatrizen ein oder mehrfach wiederholt wird.

45 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das warmgewalzte und optional kaltgezogene, rohrförmige Halbzeug durch mindestens eine nachfolgende Kalt- oder Halbwarmumformung umgeformt wird.

50 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen spanenden Fertigungsschritt mit geometrisch bestimmter Schneide umfasst.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

55	C	0,14-0,22
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-2,90
	S	0,10-0,14

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
	P	max. 0,1
	Pb	max. 0,1
10	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
15	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

20 und optional

B max. 0,01

25 Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 29:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

30	Streckgrenze Re	min. 250 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 9 %,

wobei optional die

35	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

beträgt.

40 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahlliegierung verwendet wird:

45	C	0,14-0,22
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-2,90
	S	0,14-0,27
	Al	0,002 - 0,060
50	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
	P	max. 0,1
	Pb	max. 0,1
55	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

10 und optional

B max. 0,01

15 Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 4,1:1 bis 20,7:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

20	Streckgrenze Re	min. 250 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 9 %

wobei optional die

25	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

beträgt.

30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

35	C	0,31 - 0,48
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-2,90
	S	0,10-0,14
	Al	0,002 - 0,060
40	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5P max. 0,1
	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
45	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
50	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

55 und optional

B max. 0,01

EP 4 324 941 A1

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 8,5:1 bis 29:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

5	Streckgrenze Re	min. 350 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 480 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 7 %,

10 wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	9 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	7 J (20°C)

15 beträgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

20	C	0,14-0,22
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-1,80
	S	0,27 - 0,40
25	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
	P	max. 0,1
30	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	B	max. 0,01
	N+P	max. 0,2
35	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
40	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

und optional

45	B	max. 0,01
----	---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,7:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

50	Streckgrenze Re	min. 345 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 490 MPa
55	Bruchdehnung A5	min. 20 %,

wobei optional die

EP 4 324 941 A1

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 24 J (20°C)
 Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 16 J (20°C)

beträgt.

- 12.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

C	0,14-0,22
Si	0,20-0,60
Mn	1,10-1,70
S	0,10-0,14
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm
V	max. 0,5
P	max. 0,1
Pb	max. 0,1
N	max. 0,15
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

und optional

B max. 0,01

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 17:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

Streckgrenze Re	min. 345 MPa
Zugfestigkeit Rm	min. 490 MPa
Bruchdehnung A5	min. 20 %,

wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 24 J (20°C)
 Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 16 J (20°C)

beträgt.

- 13.** Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

C	0,16-0,23
Si	0,20-0,60

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Mn	1,10-1,70
	S	0,10-0,14
	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	0,06 - 0,17
10	P	max. 0,1
	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1
15	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
20	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

und optional

25	B	max. 0,01
----	---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 17:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

30	Streckgrenze Re	min. 430 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 600 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 17 %,

35 wobei optional die

40	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	25 J (20°C)
	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke beträgt.	17 J (20°C)

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

45	C	0,04 - 0,14
	Si	max. 0,45
	Mn	1,10 - 1,60
	S	0,26 - 0,34
50	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
	P	max. 0,1
55	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
10	Ti	max. 0,5

und optional

15	B	max. 0,01
----	---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,2:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

20	Streckgrenze Re	min. 215 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 350 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 9 %,

25 wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

30 beträgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

35	C	0,14-0,22
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-1,80
	S	0,26 - 0,34
40	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
	P	max. 0,1
45	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
	Bi	max. 0,1
50	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
55	Ti	max. 0,5

und optional

B max. 0,01

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,9:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

Streckgrenze Re	min. 250 MPa
Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
Bruchdehnung A5	min. 9 %

wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

beträgt.

Tabelle 1												Zugversuch (längs, RT)			Charpy-V längs		
Material	C		Si		Mn		S		Mn-S-Verhältnis		V		Re	Rm	A	KV bis 12 mm WD	KV ab 12 mm WD
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min. MPa	min. MPa	min. %	J (+20 °C)	J (+20 °C)
1	0,04	0,14	0	0,6	1,1	2,9	0,10	0,14	7,9	29,0		0,5	190	310	11	27	18
2	0,04	0,14	0	0,6	1,1	2,9	0,14	0,27	4,1	20,7		0,5	190	310	11	27	18
3	0,04	0,14	0	0,6	1,1	2,9	0,27	0,4	3,3	10,7		0,5	190	310	11	27	18
4	0,14	0,22	0	0,6	1,1	2,9	0,10	0,14	7,9	29,0		0,5	250	420	9	24	16
5	0,14	0,22	0	0,6	1,1	2,9	0,14	0,27	4,1	20,7		0,5	250	420	9	24	16
6	0,14	0,22	0	0,6	1,1	2,9	0,27	0,4	3,3	10,7		0,5	250	420	9	24	16
7	0,22	0,31	0	0,6	1,1	2,9	0,10	0,13	8,5	29,0		0,5	310	460	9	17	12
8	0,22	0,31	0	0,6	1,1	2,9	0,14	0,27	4,1	20,7		0,5	310	460	9	17	12
9	0,22	0,31	0	0,6	1,1	2,9	0,27	0,4	3,3	10,7		0,5	310	460	9	17	12
10	0,31	0,48	0	0,6	1,1	2,9	0,10	0,14	7,9	29,0		0,5	350	480	7	9	7
11	0,31	0,48	0	0,6	1,1	2,9	0,14	0,27	4,1	20,7		0,5	350	480	7	9	7
12	0,31	0,48	0	0,6	1,1	2,9	0,27	0,4	3,3	10,7		0,5	350	480	7	9	7
13	0,14	0,24	0	0,6	1,1	2,9	0,10	0,14	7,9	29,0	0,06	0,17	355	440	10	25	17
14	0,14	0,24	0	0,6	1,1	2,9	0,14	0,27	4,1	20,7	0,06	0,17	355	440	10	25	17
15	0,14	0,24	0	0,6	1,1	2,9	0,27	0,4	3,3	10,7	0,06	0,17	355	440	10	25	17
16	0,14	0,22	0	0,6	1,1	1,8	0,10	0,14	7,9	18,0		0,5	345	490	20	24	16
17	0,14	0,22	0	0,6	1,1	1,8	0,14	0,27	4,1	12,9		0,5	345	490	20	24	16
18	0,14	0,22	0	0,6	1,1	1,8	0,27	0,4	3,3	6,7		0,5	345	490	20	24	16
19	0,14	0,22	0,2	0,6	1,1	1,7	0,10	0,14	7,9	17,0		0,5	345	490	20	24	16
20	0,14	0,22	0,2	0,6	1,1	1,7	0,14	0,27	4,1	12,1		0,5	345	490	20	24	16
21	0,14	0,22	0,2	0,6	1,1	1,7	0,27	0,4	3,3	6,3		0,5	345	490	20	24	16
22	0,16	0,23	0	0,6	1,1	1,8	0,10	0,14	7,9	18,0	0,06	0,17	420	600	17	25	17
23	0,16	0,23	0	0,6	1,1	1,8	0,14	0,27	4,1	12,9	0,06	0,17	420	600	17	25	17

(fortgesetzt)

Tabelle 1												Zugversuch (längs, RT)			Charpy-V längs		
Material	C		Si		Mn		S		Mn-S-Verhältnis		V		Re	Rm	A	KV bis 12 mm WD	KV ab 12 mm WD
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min. MPa	min. MPa	min. %	J (+20 °C)	J (+20 °C)
24	0,16	0,23	0	0,6	1,1	1,8	0,27	0,4	3,3	6,7	0,06	0,17	420	600	17	25	17
25	0,16	0,23	0,2	0,6	1,1	1,7	0,10	0,14	7,9	17,0	0,06	0,17	430	600	17	25	17
26	0,16	0,23	0,2	0,6	1,1	1,7	0,14	0,27	4,1	12,1	0,06	0,17	430	600	17	25	17
27	0,16	0,23	0,2	0,6	1,1	1,7	0,27	0,4	3,3	6,3	0,06	0,17	430	600	17	25	17
28	0,04	0,14	0	0,45	1,1	1,6	0,26	0,34	3,3	6,2		0,5	215	350 - 580	9	24	16
29	0,31	0,39	0	0,45	1,2	1,8	0,10	0,2	6,0	18,0		0,5	370	530 - 790	9	16	12
30	0,14	0,22	0	0,6	1,1	1,8	0,26	0,34	3,3	6,9		0,5	250	420	9	24	16

Geänderte Patentansprüche gemäß Regel 137(2) EPÜ.

1. Verfahren zur Herstellung eines nahtlosen und warmgewalzten rohrförmigen Halbzeugs mittels folgender Schritte:

a) Herstellen eines Knüppels aus einer Stahllegierung, die in Gewichtsprozent aus

C	0,04 - 0,48
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 2,90
S	0,10 - 0,40
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm

und optional

V	max. 0,5
N	max. 0,15
Pb	max. 0,1
P	max. 0,1
B	max. 0,01
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 30:1 in Gew.-% besteht;

b) Trennen des Knüppels in Blöcke;

c) Umformung des Blockes zu einem Hohlblock bei einer Temperatur von mindestens 1.000°C durch Lochen mittels Lochpresse und anschließendes Elongieren unter Abnahme der Wanddicke und des Außendurchmessers mittels Schrägwalzen oder durch gleichzeitiges Lochen und Elongieren des Blockes durch einen Schrägwalzprozess unter Verwendung eines Innendorns;

d) Längen des Hohlblockes im warmen Zustand bei einer Temperatur von mindestens 750 °C;

e) Endwalzen ohne Innendorn und bei einer Temperatur von 850 °C bis 1200 °C, zur Einstellung der finalen Geometrie eines rohrförmigen Halbzeuges, wobei das Endwalzen nach einem optionalen Schritt zur Zwischenwärmung erfolgt und wobei eine Endtemperatur nach dem Walzen in einem Bereich von 740°C bis 1150 °C liegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Längen des Hohlblocks im warmen Zustand nach einem oder mehreren der folgenden Verfahren erfolgt: Stoßbankverfahren, Rohrkontivverfahren, Multi-stand Pipe Mill-Verfahren oder eines anderen linearen Walzprozesses mit angetriebenen Walzen und Innenwerkzeug, Stopfenwalzverfahren, Verfahren unter Verwendung eines Asselwalzwerks, Diescherwalzwerks oder Planetenschrägwalzwerks.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** unmittelbar nach dem Längen des Hohlblocks im warmen Zustand die Temperatur in einem Bereich von 900 - 1.130 °C liegt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei auf die Oberfläche des rohrförmigen Halbzeuges ein Schmiermittel aufgetragen wird und der Außendurchmesser eines Endes des rohrförmigen Halbzeuges kalt oder mit einer Vorwärmung auf eine Temperatur von vorzugsweise mindestens 800 °C auf einen Durchmesser kleiner als der

EP 4 324 941 A1

Innendurchmesser einer Ziehmatrize reduziert wird und in einem anschließend Schritt das rohrförmige Halbzeug mittels der Ziehmatrize im Durchmesser reduziert wird, indem das rohrförmige Halbzeug mit dem im Durchmesser reduzieren Ende in die Ziehmatrize eingeführt, gegriffen und anschließend mit oder ohne Innenwerkzeug durch die Ziehmatrize gezogen wird.

- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ziehen mit einer oder mehreren im Durchmesser kleiner werdenden Ziehmatrizen ein oder mehrfach wiederholt wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das warmgewalzte und optional kaltgezogene, rohrförmige Halbzeug durch mindestens eine nachfolgende Kalt- oder Halbwarmumformung umgeformt wird.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es einen spanenden Fertigungsschritt mit geometrisch bestimmter Schneide umfasst.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

C	0,14 - ,22
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 2,90
S	0,10 - 0,14
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm
V	max. 0,5
P	max. 0,1
Pb	max. 0,1
N	max. 0,15
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

und optional

B	max. 0,01
---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 29:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

Streckgrenze Re	min. 250 MPa
Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
Bruchdehnung A5	min. 9 %,

wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

EP 4 324 941 A1

beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

C	0,14 - 0,22
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 2,90
S	0,14 - 0,27
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm
V	max. 0,5
P	max. 0,1
Pb	max. 0,1
N	max. 0,15
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

und optional

B	max. 0,01
---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 4,1:1 bis 20,7:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

Streckgrenze Re	min. 250 MPa
Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
Bruchdehnung A5	min. 9 %,

wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

C	0,31 - 0,48
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 2,90
S	0,10 - 0,14

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5

Al	0,002 - 0,060	
Ca	0,0001 - 0,02	
O	max. 80 ppm	
V	max. 0,5P	max. 0,1
Pb	max. 0,1	
N	max. 0,15	
N+P	max. 0,2	
Bi	max. 0,1	
Te	max. 0,07	
Se	max. 0,2	
Ni	max. 2	
Cu	max. 0,8	
Nb	max. 0,3	
Ti	max. 0,5	

10

15

20

und optional

B max. 0,01

25

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 8,5:1 bis 29:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

30

Streckgrenze Re min. 350 MPa
Zugfestigkeit Rm min. 480 MPa
Bruchdehnung A5 min. 7 %,

wobei optional die

35

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 9 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 7 J (20°C)

40

beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

45

C	0,14 - 0,22
Si	max. 0,60
Mn	1,10 - 1,80
S	0,27 - 0,40
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm
V	max. 0,5
P	max. 0,1
Pb	max. 0,1
N	max. 0,15
B	max. 0,01
N+P	max. 0,2

50

55

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

5	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
	Nb	max. 0,3
10	Ti	max. 0,5

und optional

15	B	max. 0,01
----	---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,7:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

20	Streckgrenze Re	min. 345 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 490 MPa
	Bruchdehnung A5	min. 20 %,

25 wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

30 beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

35	C	0,14 - 0,22
	Si	0,20 - 0,60
	Mn	1,10 - 1,70
40	S	0,10 - 0,14
	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
45	P	max. 0,1
	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
50	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
55	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

EP 4 324 941 A1

und optional

B max. 0,01

5 Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 17:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

10 Streckgrenze Re min. 345 MPa
Zugfestigkeit Rm min. 490 MPa
Bruchdehnung A5 min. 20 %,

wobei optional die

15 Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 24 J (20°C)
Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 16 J (20°C)

20 beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

25 C 0,16 - 0,23
Si 0,20 - 0,60
Mn 1,10 - 1,70
S 0,10 - 0,14
30 Al 0,002 - 0,060
Ca 0,0001 - 0,02
O max. 80 ppm
V 0,06 - 0,17
P max. 0,1
35 Pb max. 0,1
N max. 0,15
N+P max. 0,2
Bi max. 0,1
40 Te max. 0,07
Se max. 0,2
Ni max. 2
Cu max. 0,8
45 Nb max. 0,3
Ti max. 0,5

und optional

50 B max. 0,01

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 7,9:1 bis 17:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

55 Streckgrenze Re min. 430 MPa
Zugfestigkeit Rm min. 600 MPa

EP 4 324 941 A1

(fortgesetzt)

Bruchdehnung A5 min. 17 %,

5 wobei optional die

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 25 J (20°C)

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 17 J (20°C)

10 beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

15

20

25

30

35

C	0,04 - 0,14
Si	max. 0,45
Mn	1,10 - 1,60
S	0,26 - 0,34
Al	0,002 - 0,060
Ca	0,0001 - 0,02
O	max. 80 ppm
V	max. 0,5
P	max. 0,1
Pb	max. 0,1
N	max. 0,15
N+P	max. 0,2
Bi	max. 0,1
Te	max. 0,07
Se	max. 0,2
Ni	max. 2
Cu	max. 0,8
Nb	max. 0,3
Ti	max. 0,5

und optional

40

B max. 0,01

45

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,2:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

50

Streckgrenze Re min. 215 MPa
Zugfestigkeit Rm min. 350 MPa
Bruchdehnung A5 min. 9 %,

wobei optional die

55

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke 24 J (20°C)

Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke 16 J (20°C)

beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlag-

EP 4 324 941 A1

arbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Herstellen des Knüppels folgende Stahllegierung verwendet wird:

5	C	0,14 - 0,22
	Si	max. 0,60
	Mn	1,10-1,80
10	S	0,26 - 0,34
	Al	0,002 - 0,060
	Ca	0,0001 - 0,02
	O	max. 80 ppm
	V	max. 0,5
15	P	max. 0,1
	Pb	max. 0,1
	N	max. 0,15
	N+P	max. 0,2
20	Bi	max. 0,1
	Te	max. 0,07
	Se	max. 0,2
	Ni	max. 2
	Cu	max. 0,8
25	Nb	max. 0,3
	Ti	max. 0,5

und optional

30	B	max. 0,01
----	---	-----------

Rest Eisen sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen und Begleitelemente, wobei das Verhältnis Mn zu S 3,3:1 bis 6,9:1 in Gew.-% beträgt, wobei das rohrförmige Halbzeug auf folgende mechanische Kennwerte eingestellt wird:

35	Streckgrenze Re	min. 250 MPa
	Zugfestigkeit Rm	min. 420 MPa
40	Bruchdehnung A5	min. 9 %,

wobei optional die

45	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV bis 12 mm Wanddicke	24 J (20°C)
	Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV ab 12 mm Wanddicke	16 J (20°C)

beträgt, wobei die mechanischen Kennwerte Re, Rm, A5 nach European Standard EN 10002-1 und die Kerbschlagarbeit Charpy-V-Längs KV mit dem Verfahren nach European Standard EN 10045-1 ermittelt werden.

50

55



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 1218

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 2 006 396 A2 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) * das ganze Dokument *	1-15	INV. C21D8/10 C22C38/02 C22C38/04 C22C38/06 C22C38/12
A	JP 2000 034538 A (DAIDO STEEL CO LTD) 2. Februar 2000 (2000-02-02) * das ganze Dokument *	1-15	
A	EP 2 135 962 A1 (SUMITOMO METAL IND [JP]) 23. Dezember 2009 (2009-12-23) * das ganze Dokument *	1-15	
A, D	EP 1 264 912 A1 (DAIDO STEEL CO LTD [JP]) 11. Dezember 2002 (2002-12-11) * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21D C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Januar 2023	Prüfer Mikloweit, Alexander
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		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	

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

EP 22 19 1218

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

17-01-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2006396 A2	24-12-2008	AR 059967 A1	14-05-2008
		BR PI0710119 A2	02-08-2011
		CN 101410536 A	15-04-2009
		EP 2006396 A2	24-12-2008
		JP 4894855 B2	14-03-2012
		JP WO2007111131 A1	13-08-2009
		RU 2375470 C1	10-12-2009
		US 2009038358 A1	12-02-2009
		WO 2007111131 A1	04-10-2007
JP 2000034538 A	02-02-2000	JP 3587348 B2	10-11-2004
		JP 2000034538 A	02-02-2000
EP 2135962 A1	23-12-2009	CN 101646788 A	10-02-2010
		EP 2135962 A1	23-12-2009
		JP 5126857 B2	23-01-2013
		JP WO2008123397 A1	15-07-2010
		KR 20090125134 A	03-12-2009
		US 2010051143 A1	04-03-2010
		WO 2008123397 A1	16-10-2008
EP 1264912 A1	11-12-2002	EP 1264912 A1	11-12-2002
		JP 3753054 B2	08-03-2006
		JP 2003055735 A	26-02-2003
		US 2003113223 A1	19-06-2003

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

- EP 1264912 A1 [0002]