

(19)



(11)

EP 4 190 934 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
07.06.2023 Patentblatt 2023/23

(21) Anmeldenummer: **21211997.8**

(22) Anmeldetag: **02.12.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

C22C 38/00 (2006.01) **C22C 38/02** (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01) **C22C 38/06** (2006.01)
C22C 38/24 (2006.01) **C22C 38/28** (2006.01)
C22C 38/32 (2006.01) **C21D 9/00** (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

C22C 38/04; C21D 9/0093; C22C 38/001;
C22C 38/02; C22C 38/06; C22C 38/24;
C22C 38/28; C22C 38/32; C21D 2211/002;
C21D 2211/005; C21D 2211/008; C21D 2211/009

(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:

- **KAMAX Holding GmbH & Co. KG**
35315 Homberg (Ohm) (DE)
- **Voestalpine Wire Rod Austria GmbH**
8792 St. Peter Freienstein (AT)

(72) Erfinder:

- **SOLIMANI, Ali**
DE-35043 Marburg (DE)
- **GALLER, Matthew**
AT-8020 Graz (DE)
- **KIENREICH, Robert**
AT-8010 Graz (DE)

(74) Vertreter: **Müller Schupfner & Partner**

Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB
Bavariaring 11
80336 München (DE)

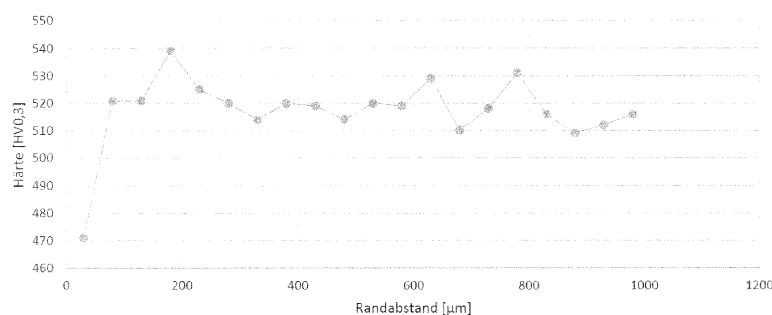
(54) **BAUTEIL AUS B-ZR-LEGIERTEM STAHL**

(57) Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl, wobei der Stahl

0,30 - 0,50 Gew.-% C,
 0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,01 - 0,8 Gew.-% Si,
 0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
 0,005 - 0,40 Gew.-% V,
 0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,35 Gew.-% Al,

0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
 0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
 0,0030 - 0,0800 Gew.-% Zr,
 optional
 0 - 0,20 Gew.-% Mo,
 0 - 0,50 Gew.-% Ni,
 0 - 0,50 Gew.-% Cu,
 0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca,
 den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl, bei dem der Stahl unter anderem mit Bor (im folgenden auch "B") legiert ist. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Befestigungsmittel wie beispielsweise eine Schraube oder eine Mutter.

[0002] Für Bauteile aus Stählen, insbesondere hochfeste und ultrahochfeste Bauteile, wird häufig Bor als kostengünstiges Legierungselement zur Verbesserung der Durchhärbarkeit eingesetzt. Mit Bor legierte Stähle sind beispielsweise in der WO 2021/009705 A1 und der WO 2008/142275 A2 beschrieben.

[0003] Bauteile aus Bor-legierten Stählen, wie beispielsweise Schrauben oder Muttern, zeigen jedoch im Randbereich häufig einen Härteabfall, insbesondere bis in eine Tiefe von 300 µm unterhalb der Oberfläche, wodurch die Anwendbarkeit für hochfeste und ultrahochfeste Produkte, wie beispielsweise hochfeste und ultrahochfeste Schrauben, eingeschränkt ist. Dies betrifft insbesondere Bor-legierte Stähle nach isothermer Wärmebehandlung wie bainitischer Wärmebehandlung oder isothermer Salzbadvergütung.

[0004] Üblicherweise wird Stählen, die Bor enthalten, zusätzlich Titan und Aluminium zulegiert, um Bor im gelösten Zustand zu halten und nicht in Form von Nitriden, Karbiden, Karbonitriden, Siliziden oder Oxiden auszuscheiden. Dies ist jedoch nicht ausreichend, um die oben beschriebene Härteinhomogenität im Randbereich zu vermindern.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Härteabfall im Randbereich von Bauteilen aus einem konventionellen Bor-legierten Stahl zu verringern.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl gemäß Anspruch 1, einem Stahl gemäß Anspruch 8 und einem Verfahren zur Herstellung gemäß Anspruch 9. Weitere Merkmale, Ausführungsformen sowie Vorteile ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie den Figuren.

[0007] Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl, wobei der Stahl

0,30 - 0,50 Gew.-% C,
0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,8 Gew.-% Si,
0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,40 Gew.-% V,
0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,35 Gew.-% Al,
0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
0,0030 - 0,0800 Gew.-% Zr,
optional 0,01 - 0,20 Gew.-% Mo,
optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Ni,

optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Cu,
optional 0,001 - 0,010 Gew.-% Ca,
und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.

[0008] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Bestandteil aus Stahl, umfassend die Schritte:

- Bereitstellen des Stahls mit der vorstehend genannten Zusammensetzung,
- anschließendes Formen eines Bauteils mit einem Bestandteil aus dem Stahl und
- optional Wärmebehandeln.

[0009] Überraschenderweise wirkt die erfindungsgemäße Zusammensetzung, insbesondere das dem B-haltigen Stahl zugesetzte Zirkonium in dem erfindungsgemäßen Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl dem Härteabfall im Randbereich entgegen, insbesondere wenn der Bestandteil aus Stahl wärmebehandelt ist. Ein weiterer überraschender Vorteil des erfindungsgemäßen Bauteils mit einem Bestandteil aus Stahl ist die verbesserte Beständigkeit gegenüber Wasserstoffversprödung. Überraschenderweise lassen sich durch das dem B-haltigen Stahl zugesetzte Zirkonium deutlich höhere Festigkeiten erreichen, insbesondere im Vergleich zu analog zusammengesetzten B-haltigen Stählen ohne Zirkonium.

[0010] Insbesondere in Befestigungsmitteln, welche meist hohe und häufig auch dynamische axiale Spannungen aufweisen, ist die Verbesserung der Härte im Randbereich und auch das Vermindern einer Wasserstoffversprödung besonders vorteilhaft, da die Befestigungsmittel, welche beispielsweise Schrauben oder Muttern sein können, für viele Baugruppen essenziell sind. Ein Versagen eines Befestigungsmittels kann dabei drastische Folgen für Mensch oder Maschine haben, wie beispielsweise bei einer Brückenschraube, einer Fahrwerksschraube, einer Motorkopfschraube oder ähnlichem. Die Erfindung kann somit auch ein Fahrzeug, einen Motor, einen Zylinderkopf, eine Fahrwerksanordnung oder eine Batterieanordnung mit einem erfindungsgemäßen Bauteil, insbesondere einem Befestigungsmittel, betreffen.

[0011] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Bauteil einen Bestandteil aus Stahl auf, wobei der Stahl aus folgenden Komponenten besteht:

0,30 - 0,50 Gew.-% C,
0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,80 Gew.-% Si,
0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,40 Gew.-% V,
0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,

0,02 - 0,35 Gew.-% Al,
 0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
 0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
 0,0030 - 0,08 Gew.-% Zr,
 optional 0,01 - 0,20 Gew.-% Mo,
 optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Ni,
 optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Cu,
 optional 0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca,
 und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunrei-
 nigungen.

[0012] Weiter bevorzugt betrifft die Erfindung ein Bau-
 teil mit einem Bestandteil aus Stahl, wobei der Stahl

0,30 - 0,48 Gew.-% C,
 0,2 - 1,3 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,01 - 0,70 Gew.-% Si,
 0,3 - 1,4 Gew.-% Cr,
 0,005 - 0,38 Gew.-% V,
 0,0010 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,30 Gew.-% Al,
 0,0010 - 0,0180 Gew.-% N,
 0,012 - 0,07 Gew.-% Ti,
 0,0040 - 0,0600 Gew.-% Zr,
 optional 0,01 - 0,18 Gew.-% Mo,
 optional 0,01 - 0,45 Gew.-% Ni,
 optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Cu,
 optional 0,0010 - 0,0090 Gew.-% Ca, und den Rest
 Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen um-
 fasst. Bevorzugt besteht der Stahl aus den oben ge-
 nannten Komponenten.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausführungs-
 form betrifft die Erfindung ein Bauteil mit einem Bestand-
 teil aus Stahl, wobei der Stahl

0,30 - 0,46 Gew.-% C,
 0,3 - 1,3 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,01 - 0,60 Gew.-% Si,
 0,3 - 1,3 Gew.-% Cr,
 0,005 - 0,35 Gew.-% V,
 0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
 0,0020 - 0,0150 Gew.-% N,
 0,014 - 0,060 Gew.-% Ti,
 0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
 optional 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
 optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
 optional 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
 optional 0,0010 - 0,0080 Gew.-% Ca,
 und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunrei-
 nigungen
 umfasst. Bevorzugt besteht der Stahl aus den oben
 genannten Komponenten.

[0014] In der am meisten bevorzugten Ausführungs-
 form der Erfindung wird ein Bauteil mit einem Bestandteil
 aus Stahl bereitgestellt, wobei der Stahl

5 0,34 - 0,42 Gew.-% C,
 0,45 - 0,90 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,02 - 0,50 Gew.-% Si,
 10 0,60 - 1,00 Gew.-% Cr,
 0,08 - 0,25 Gew.-% V,
 0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
 0,0025 - 0,0090 Gew.-% N,
 15 0,015 - 0,060 Gew.-% Ti,
 0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
 optional 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
 optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
 optional 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
 20 optional 0,0010 - 0,0060 Gew.-% Ca,
 und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunrei-
 nigungen
 umfasst. Bevorzugt besteht der Stahl aus den oben
 genannten Komponenten.

[0015] Mit den oben genannten bevorzugten und be-
 sonders bevorzugten Zusammensetzungen für den
 Stahl lässt sich der Härteabfall im Randbereich der Bau-
 teile besonders effektiv verringern. Zudem wird die Was-
 serstoffversprödung des Stahls stark reduziert.

[0016] Die Komponenten Mo, Ni, Cu und Ca sind op-
 tional, d.h. sie können unabhängig voneinander nicht ent-
 halten sein oder, wenn sie enthalten sind, können sie
 unabhängig voneinander in den angegebenen Mengen
 35 von beispielsweise 0,01 - 0,20 Gew.-% Mo, 0,01 - 0,50
 Gew.-% Ni, 0,01 - 0,50 Gew.-% Cu und/oder 0,0010 -
 0,0100 Gew.-% Ca im Stahl enthalten sein. Die Kompo-
 nenten Mo, Ni Cu und Ca sind in einer bevorzugten Aus-
 führungsform unabhängig voneinander im Stahl enthal-
 40 ten. Es ist somit bevorzugt, dass der Stahl 0,01 - 0,20
 Gew.-% Mo, 0,01 - 0,50 Gew.-% Ni, 0,01 - 0,50 Gew.-%
 Cu und/oder 0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca enthält, weiter
 bevorzugt 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo, 0,01 - 0,40 Gew.-%
 Ni, 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu und/oder 0,0010 - 0,0080
 45 Gew.-% Ca umfasst.

[0017] Zirkonium ist im Stahl des erfindungsgemäßen
 Bauteils ein Mikrolegierungselement, d.h. es entfaltet
 schon in sehr geringen Mengen, insbesondere auch un-
 terhalb von 0,05 Gew.-% eine Wirkung. Auch Bor, Titan
 50 und Vanadium sind Mikrolegierungselemente. Das Zir-
 konium wirkt in der erfindungsgemäßen Zusammenset-
 zung im Zusammenspiel mit den anderen Legierungse-
 lementen. Überraschenderweise wird durch das Zirkoni-
 um eine homogenere Verteilung des Bors im Stahl über
 55 den gesamten Querschnitt erreicht, insbesondere eine
 homogenere Verteilung auch im Randbereich. Das Zir-
 konium wirkt so insbesondere dem Härteabfall im Rand-
 bereich entgegen und führt zu einer Verminderung der

Wasserstoffversprödung.

[0018] Des Weiteren wurde im Rahmen der Erfindung gefunden, dass der Härteabfall im Randbereich der Bauteile besonders effektiv verringert werden kann, wenn das Verhältnis von (Zr + Ti + Al) zu N in einem Bereich von 2,7 bis 150, weiter bevorzugt 2,8 bis 130, besonders bevorzugt 3 bis 100 liegt. In die vorgenannte Formel werden die jeweiligen Gewichtsprozente von Zr, Ti, Al und N eingesetzt.

[0019] Das erfindungsgemäße Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl ist vorzugsweise ein Befestigungsmittel, besonders bevorzugt gewählt aus der Gruppe bestehend aus Schrauben, Muttern, Nieten, Bolzen und Ketten.

[0020] Unter einem Bestandteil aus Stahl im Sinne der Erfindung kann insbesondere verstanden werden, dass zumindest ein Teil des Bauteils, also ein Volumenbereich, aus Stahl ausgebildet ist. Bevorzugt ist es, dass der Bestandteil aus Stahl ≥ 80 Gew.-%, weiter bevorzugt ≥ 90 Gew.-%, besonders bevorzugt ≥ 95 Gew.-% des Bauteils ausmacht. Dies bedeutet, dass das Bauteil ≥ 80 Gew.-%, weiter bevorzugt ≥ 90 Gew.-%, besonders bevorzugt ≥ 95 Gew.-% aus Stahl besteht. Hierdurch kann eine besonders gute mechanische Festigkeit des Bauteils, insbesondere des Befestigungsmittels, erreicht werden. Besonders bevorzugt ist es, um die mechanische Festigkeit zu steigern, wenn der Bestandteil aus Stahl einstückig ist. Unter "einstückig" kann insbesondere verstanden werden, dass zumindest der einstückige Teil in einem Umformprozess geschaffen worden ist und/oder zusammenhängend ist.

[0021] Vorzugsweise ist das erfindungsgemäße Bauteil ein hochfestes oder ultrahochfestes Bauteil, insbesondere mit Festigkeiten über 1000 MPa, bevorzugt über 1200 MPa, besonders bevorzugt 1200 - 1900 MPa. Bevorzugte hochfeste und ultrahochfeste Bauteile sind hochfeste oder ultrahochfeste Schrauben, Muttern, Kettenantriebe, Umformbauteile und/oder Strukturbauteile. Weiter oder alternativ bevorzugt ist das erfindungsgemäße Bauteil, insbesondere das hochfeste oder ultrahochfeste Bauteil, bevorzugt ein geschweißtes Bauteil, ein additiv-gefertigtes Bauteil oder ein einsatzgehärtetes Bauteil.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist in dem erfindungsgemäßen Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl der Bestandteil beziehungsweise der Stahl wärmebehandelt, eine sogenannte Vergütung, beispielsweise durch eine Salzbadvergütung, um ein bevorzugtes Gefüge einzustellen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gefüge des Stahls ≥ 70 Vol.-%, weiter bevorzugt ≥ 80 Vol.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Vol.-% bainitisch und/oder martensitisch, insbesondere nach einer Vergütung wie beispielsweise einer Wärmebehandlung. Der Anteil der Gefüge in Volumenprozent kann beispielsweise in mikroskopischen Aufnahmen von Schliffbildern ermittelt werden, da die Flächen im Durchschnitt über mehrere Schliffbilder die Volumina widerspiegeln. Dazu werden in mehreren Schliffbildern die Flä-

chen ermittelt und das arithmetische Mittel gebildet. Da die Dichten der Gefüge des Stahls relativ ähnlich sind, ist es auch bevorzugt, dass das Gefüge des Stahls ≥ 70 Gew.-%, weiter bevorzugt ≥ 80 Gew.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Gew.-% bainitisch und/oder martensitisch ist. Auch bevorzugt ist der Anteil an Austenit (Restaustenit) ≤ 20 Vol.-% oder Gew.-%, insbesondere ≤ 10 Vol.-% oder Gew.-%. Diese Gefüge verleihen dem erfindungsgemäßen Bauteil eine besonders hohe Festigkeit und Zähigkeit. Sie können einer hohen und auch häufig dynamischen axialen Spannung ausgesetzt werden. Vor der Vergütung ist das Gefüge des erfindungsgemäßen Bauteils vorzugsweise ≥ 90 Vol.-% ferritisch und/oder perlitisch. Bevorzugt ist das Gefüge des erfindungsgemäßen Bauteils vor der Vergütung ≥ 90 Gew.-% ferritisch und/oder perlitisch.

[0023] Weiter bevorzugt ist das erfindungsgemäße Bauteil ein umgeformtes Bauteil. Unter einem umgeformten Bauteil ist insbesondere ein Bauteil zu verstehen, welches mittels eines Umformschrittes, insbesondere einem Kaltumformverfahren, umgeformt wurde. Gerade bei einem Umformbauteil ohne eine Wärmebehandlung ist die Verminderung einer Wasserstoffversprödung vorteilhaft, denn bei umgeformten Bauteilen besteht bereits ein gewisses Maß an Sprödigkeit durch die aufgestauten Waldversetzungen (z. B. zwei oder mehr Versetzungen, die auf unterschiedlichen Gleitebenen quer oder senkrecht aufeinander auflaufen).

[0024] Ein oben genanntes Strukturbauteil im Sinne der Erfindung liegt insbesondere dann vor, wenn es sich bei dem Bauteil um ein lasttragendes Bauteil handelt. Dieses Strukturbauteil verfügt insbesondere über zwei Lasteinleitungsabschnitte, welche vorteilhafterweise lasteinleitende Strukturen, wie z.B. Montageausnehmungen oder -durchbrüche, aufweisen, und einen zwischen den Lasteinleitungsabschnitten angeordneten Übertragungsbereich, welcher eine Last, insbesondere eine Biege- und/oder Zuglast, von dem einem Lasteinleitungsabschnitt auf den anderen Lasteinleitungsabschnitt übertragen kann und/oder überträgt.

[0025] Die Verbesserung der Beständigkeit gegenüber Wasserstoffversprödung wird darauf zurückgeführt, ohne erfindungsgemäß daran gebunden zu sein, dass in dem Bauteil zusätzliche Anbindungsstellen von diffusiblem Wasserstoff in der Mikrostruktur, insbesondere einer wärmebehandelten Mikrostruktur des Stahls geschaffen werden, insbesondere durch ausscheidungs-bildende Elemente wie Al, Cu, Mo, V, Zr, Ti, B mit C, N, O, Si und/oder aufgrund des durch Wärmebehandlung eingestellten Gefüges.

[0026] Wie oben beschrieben ist das erfindungsgemäße Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl in einer bevorzugten Ausführungsform ein Befestigungsmittel. Die erfindungsgemäßen Befestigungsmittel können insbesondere kraftschlüssige Befestigungsmittel sein, wie Schrauben, Bolzen oder Muttern. Kraftschlüssige Befestigungsmittel zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass diese einen Gewindeabschnitt zum Verspannen

oder Befestigen aufweisen, insbesondere mit einem Außengewinde oder einem Innengewinde. Beispielsweise kann der Gewindeabschnitt daher ein Außengewinde oder ein Innengewinde sein. Vorteilhafterweise ist dieser Gewindeabschnitt dabei in einem Bestandteil des Befestigungsmittels eingebracht, welcher aus Stahl ist. Zweckmäßigerweise kann das Befestigungsmittel einen Schaftbereich aufweisen. Dieser Schaftbereich kann angrenzend zu dem Gewindeabschnitt und/oder einem Antriebsbereich, insbesondere einem Kopf, des Befestigungsmittels ausgebildet sein. Vorzugsweise kann der Schaftbereich gewindelös ausgebildet sein und/oder als ein zylindrischer Abschnitt ausgebildet sein. Der Durchmesser des Schafts kann dabei größer, geringer oder gleich dem Gewindedurchmesser im Gewindeabschnitt sein. Bei den Schrauben handelt es sich vorteilhafterweise um hochfeste oder ultrahochfeste Schrauben.

[0027] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Bauteil eine hochfeste oder ultrahochfeste Schraube. Unter einer hochfesten Schraube wird eine Schraube mit einer Zugfestigkeit von mindestens 800 MPa verstanden. Hochfeste Schrauben sind beispielsweise Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8, 10.9 und 12.9. Insbesondere entsprechen die Festigkeitsklassen der Erfindung dabei der ISO 898-1 in ihrer im Januar 2021 gültigen Fassung. Unter einer ultrahochfesten Schraube wird eine Schraube mit einer Zugfestigkeit insbesondere von mindestens 1200 MPa und/oder vorteilhafterweise von mindestens 1400 MPa verstanden. Ultrahochfeste Schrauben sind beispielsweise Schrauben der Festigkeitsklassen 12.8, 12.9, 14.8, 14.9, 15.8, 15.9, 16.8, 16.9, 17.8 und 12.8U, 12.9U, 14.8U, 14.9U, 15.8U, 15.9U, 16.8U, 17.8U. Eine hochfeste Schraube ist eine Schraube, die mindestens hochfest ist, sie kann aber auch ultrahochfest sein. Vorzugsweise handelt es sich um eine hochfeste oder ultrahochfeste Schraube mit einer Festigkeit über 1000 MPa. Die Schraube kann dabei einen Kopf mit Werkzeugangriffsflächen aufweisen, wobei diese Werkzeugangriffsflächen insbesondere einen Innen- oder einen Außen-sechskant miteinander ausbilden.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft einen Stahl, umfassend, vorzugsweise bestehend aus,

0,30 - 0,50 Gew.-% C,
0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,8 Gew.-% Si,
0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,40 Gew.-% V,
0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,35 Gew.-% Al,
0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
0,0030 - 0,0800 Gew.-% Zr,
optional 0,01 - 0,20 Gew.-% Mo,
optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Ni,

optional 0,01 - 0,50 Gew.-% Cu,
optional 0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca,
und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

[0029] Die im Zusammenhang mit dem Bestandteil beschriebenen, bevorzugten Ausführungsformen sind auch für den Stahl als solchen bevorzugt. Es ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, dass der Stahl

0,30 - 0,48 Gew.-% C,
0,2 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,70 Gew.-% Si,
0,3 - 1,4 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,38 Gew.-% V,
0,0010 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,30 Gew.-% Al,
0,0010 - 0,0180 Gew.-% N,
0,012 - 0,07 Gew.-% Ti,
0,0040 - 0,0600 Gew.-% Zr,
optional 0,01 - 0,18 Gew.-% Mo,
optional 0,01 - 0,45 Gew.-% Ni,
optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Cu,
optional 0,0010 - 0,0090 Gew.-% Ca,
und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst. Bevorzugt besteht der Stahl aus den oben genannten Komponenten.

[0030] Weiter bevorzugt ist ein Stahl, umfassend

0,30 - 0,46 Gew.-% C,
0,3 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,60 Gew.-% Si,
0,3 - 1,3 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,35 Gew.-% V,
0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
0,0020 - 0,0150 Gew.-% N,
0,014 - 0,060 Gew.-% Ti,
0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
optional 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
optional 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
optional 0,0010 - 0,0080 Gew.-% Ca,
und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen.

Besonders bevorzugt besteht der Stahl aus den oben angegebenen Komponenten.

[0031] Am meisten bevorzugt ist ein Stahl, umfassend

0,34 - 0,42 Gew.-% C,
0,45 - 0,90 Gew.-% Mn,

0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,02 - 0,50 Gew.-% Si,
 0,60 - 1,00 Gew.-% Cr,
 0,08 - 0,25 Gew.-% V,
 0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
 0,0025 - 0,0090 Gew.-% N,
 0,015 - 0,060 Gew.-% Ti,
 0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
 optional 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
 optional 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
 optional 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
 optional 0,0010 - 0,0060 Gew.-% Ca,
 und den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen
 umfasst. Bevorzugt besteht der Stahl aus den oben
 genannten Komponenten.

[0032] Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Bauteils. Zur Herstellung werden einem Stahl zunächst in bekannter Weise die einzelnen Legierungselemente zulegiert. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Bestandteil aus Stahl umfasst die Schritte:

- Bereitstellen eines Stahls mit der vorstehend beschriebenen Zusammensetzung,
- anschließendes Formen eines Bauteils mit einem Bestandteil aus dem Stahl und
- optional Wärmebehandeln.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mit einem Bestandteil aus Stahl umfasst in einer bevorzugten Ausführungsform die Schritte:

- a) Bereitstellen eines Stahls mit der vorstehend beschriebenen Zusammensetzung
- b) Walzen, insbesondere thermomechanisches Walzen des Stahls
- c) Herstellen eines Drahtes oder einer Stange des Stahls,
- d) optional GKZ-Glügen,
- e) Drahtziehen,
- f) Umformen und
- g) optional Wärmebehandeln.

[0034] Die oben genannten Schritte werden in der angegebenen Reihenfolge durchgeführt. In jedem Schritt wird das aus dem unmittelbar davorliegenden Schritt erhaltene Produkt weiterverarbeitet.

[0035] Das bevorzugte erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil einer ressourcenschonenden und kosteneffizienten Prozessroute, da beispielsweise ein Walzdraht direkt verarbeitet werden kann, ohne dass dazwischen ein GKZ-Glügen erforderlich ist. Es kann so die Einstellung eines Ferrit-Perlit-Gefüges im Walzdrahtzustand mittels TM-Walzen (thermomechanisches Wal-

zen) erreicht werden. Bevorzugt wird im Schritt b) ein thermomechanisches Walzen durchgeführt. Besonders bevorzugt ist ein thermomechanisches Walzen bei dem das Material mit einer Endformtemperatur in einem Bereich von $Ar_3 - 50^\circ\text{C}$ und $+ 100^\circ\text{C}$ gewalzt wird, wobei Ar_3 in Fe-C Diagramm als Austenit-proeutektoider Umwandlungstemperatur bezeichnet wird. Besonders bevorzugt wird dabei ein Gefüge überwiegend aus Ferrit und Perlit erzeugt, insbesondere mit mittlerer Sekundärkorngröße 8 oder feiner nach ASTM E 112.

[0036] Im Schritt d), dem optionalen GKZ-Glügen, ist es bevorzugt, dass der Stahl für 6 - 10 Stunden, beispielsweise 8 Stunden, mit einer Haltetemperatur von $700 - 750^\circ\text{C}$, beispielsweise 735°C , geglüht wird und so ein Gefüge aus Ferrit und kugeligem Zementit erhalten wird.

[0037] An das Umformen und/oder die optionale Wärmebehandlung können sich weitere Schritte anschließen, insbesondere ein Vergütungsschritt, wobei die bekannten Vergütungen von Stählen in Frage kommen. Alternativ oder zusätzlich bevorzugt kann ein Vergütungsschritt auch während und/oder zeitgleich mit dem Wärmebehandlungsschritt erfolgen. In anderen Worten kann das Vergüten und das Erwärmen in einem Schritt gemeinsam erfolgen.

[0038] Das Gefüge des Bestandteils aus Stahl ist nach dem Walzen im Schritt b), insbesondere einem thermomechanischen Walzen, und vor dem Wärmebehandeln in Schritt f) vorwiegend ferritisch-perlitisch, bainitisch, und/oder ein Mischgefüge. Vorzugsweise ist das Gefüge des Stahls ≥ 80 Vol.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Vol.-% ferritisch-perlitisch, bainitisch und/oder ein Mischgefüge. Nach dem Wärmebehandeln ist das Gefüge des Bestandteils in einer bevorzugten Ausführungsform vorwiegend martensitisch und/oder bainitisch, wie oben beschrieben. In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Gefüge des Bestandteils aus Stahl im erfindungsgemäßen Bauteil ≥ 70 Vol.-%, weiter bevorzugt ≥ 80 Vol.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Vol.-% bainitisch oder martensitisch, wie oben beschrieben. Weiter ist es bevorzugt, dass das Gefüge des Stahls im Randbereich, insbesondere der Bereich von der Oberfläche des Bestandteils aus Stahl bis zu einer Tiefe von $15\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt bis zu $12\text{ }\mu\text{m}$, besonders bevorzugt bis zu $10\text{ }\mu\text{m}$, gemessen senkrecht von der Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, überwiegend ferritisch und/oder perlitisch ist, bevorzugt ≥ 80 Vol.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Vol.-% ferritisch und/oder perlitisch. Der Stahl unterhalb der oben genannten Tiefen, d.h. unterhalb einer Tiefe von $15\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt unterhalb einer Tiefe von $12\text{ }\mu\text{m}$, besonders bevorzugt unterhalb einer Tiefe von $10\text{ }\mu\text{m}$ hat vorzugsweise das oben beschriebene Gefüge, d.h. vorzugsweise ≥ 70 Vol.-%, weiter bevorzugt ≥ 80 Vol.-%, besonders bevorzugt ≥ 90 Vol.-% bainitisch oder martensitisch.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat der Bestandteil aus Stahl im Randbereich, insbesondere in einer Tiefe von $30-100\text{ }\mu\text{m}$, bevorzugt

50-150 μm , gemessen von der Oberfläche senkrecht zur Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, eine Vickers-Härte von $\geq 350 \text{ HV } 0,5$, weiter bevorzugt $\geq 400 \text{ HV } 0,5$, besonders bevorzugt $\geq 430 \text{ HV } 0,5$, insbesondere $\geq 450 \text{ HV } 0,5$.

[0040] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung hat der Bestandteil aus Stahl in einer Tiefe von 30 - 100 μm , bevorzugt 40 - 120 μm , besonders bevorzugt 50 - 150 μm , gemessen von der Oberfläche senkrecht zur Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, eine Vickers-Härte, die weniger als 150 HV 0,5 unter der Vickers-Härte HV 0,5 des Bestandteils aus Stahl in einer Tiefe von 300 - 400 μm liegt, insbesondere in einer Tiefe von 400 μm , besonders bevorzugt in einer Tiefe von $\frac{1}{4}$ des Durchmessers des Bestandteils aus Stahl. Dies beschreibt den erfindungsgemäß bevorzugten, verminderten Härteabfall im Randbereich des Stahls im Vergleich zum Kernbereich. Weiter bevorzugt hat der Bestandteil aus Stahl in einer Tiefe von 30 - 100 μm , bevorzugt 40 - 120 μm , besonders bevorzugt 50 - 150 μm , gemessen von der Oberfläche senkrecht zur Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, eine Vickers-Härte, die weniger als 100 HV 0,5, weiter bevorzugt weniger als 60 HV 0,5, insbesondere weniger als 30 HV 0,5, unter der Vickers-Härte HV 0,5 des Bestandteils aus Stahl in einer Tiefe von 300 - 400 μm liegt, ebenfalls gemessen von der Oberfläche in die Tiefe des Bestandteils aus Stahl, senkrecht zur Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, insbesondere in einer Tiefe von 400 μm , besonders bevorzugt in einer Tiefe von $\frac{1}{2}$ des Durchmessers des Bestandteils aus Stahl.

[0041] Die Erfindung betrifft auch ein Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl, erhältlich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren. Vorteilhafterweise kann das Bauteil und/oder der Bestandteil aus Stahl auch die vorgenannten Merkmale in Hinblick auf das Verfahren aufweisen.

[0042] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in den angegebenen Kombinationen, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung einsetzbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen. Die genannten Vorteile von Merkmalen oder von Kombinationen mehrerer Merkmale sind lediglich beispielhaft und können alternativ oder kumulativ zur Wirkung kommen. Die Kombination von Merkmalen unterschiedlicher Ausführungsformen der Erfindung oder von Merkmalen von unterschiedlichen Patentansprüchen ist abweichend von den gewählten Rückbezügen der Patentansprüche möglich.

[0043] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren weiter erläutert.

Fig. 1 zeigt den Härteverlauf im Randbereich einer erfindungsgemäßen Schraube.

Fig. 2 zeigt den Härteverlauf im Randbereich einer Schraube des Standes der Technik.

[0044] In Fig. 1 ist die Härte des Stahls abhängig vom

Randabstand, gemessen senkrecht zur Oberfläche, einer erfindungsgemäßen Schraube zu sehen und es zeigt sich, dass nur ein geringer Härteabfall vorliegt.

[0045] In Fig. 2 ist der Härteverlauf des Stahls im Randbereich einer bainitisch wärmebehandelten B-legierten Schraube zu sehen, wobei ein herkömmlicher B-legierter Stahl eingesetzt wurde. Es ist zu sehen, dass im Randbereich ein deutlicher Härteabfall in Verbindung mit einer größeren Härteabfalltiefe vorliegt, gemessen senkrecht zur Oberfläche der Schraube.

[0046] Das obige Beispiel gemäß Fig. 1 und das Vergleichsbeispiel gemäß Fig. 2 zeigt somit den vorteilhaften Effekt der erfindungsgemäßen Stahlzusammensetzung in dem Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl.

Patentansprüche

1. Bauteil mit einem Bestandteil aus Stahl, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl

0,30 - 0,50 Gew.-% C,
0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,8 Gew.-% Si,
0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,40 Gew.-% V,
0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,35 Gew.-% Al,
0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
0,0030 - 0,0800 Gew.-% Zr,
optional
0,01 - 0,20 Gew.-% Mo,
0,01 - 0,50 Gew.-% Ni,
0,01 - 0,50 Gew.-% Cu,
0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca,
den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen umfasst.

2. Bauteil nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl

0,30 - 0,46 Gew.-% C,
0,3 - 1,3 Gew.-% Mn,
0,001 - 0,015 Gew.-% P,
0,001 - 0,015 Gew.-% S,
0,01 - 0,60 Gew.-% Si,
0,3 - 1,3 Gew.-% Cr,
0,005 - 0,35 Gew.-% V,
0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
0,0020 - 0,0150 Gew.-% N,
0,014 - 0,060 Gew.-% Ti,
0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
optional

- 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
 0,0010 - 0,0080 Gew.-% Ca,
 den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen
 umfasst, bevorzugt daraus besteht. 5
3. Bauteil nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** (Zr + Ti + Al) / N in einem Bereich von 2,7 bis 150, bevorzugt von 3 bis 100 liegt. 10
4. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bestandteil aus Stahl in einer Tiefe von 30 - 100 µm, gemessen von der Oberfläche senkrecht zur Oberfläche des Bestandteils aus Stahl, eine Vickers-Härte aufweist, die weniger als 150 HV 0,5 unter der Vickers-Härte HV 0,5 des Bestandteils aus Stahl in einer Tiefe von 400 µm liegt. 15
5. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bauteil ein Befestigungsmittel ist, bevorzugt gewählt aus der Gruppe bestehend aus Schrauben, Muttern, Nieten, Bolzen und Ketten. 25
6. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl zumindest 90 Gew.-% des Bauteils ausmacht und/oder das Bauteil hochfest oder ultrahochfest ist, bevorzugt mit einer Zugfestigkeit von 1200 - 1900 MPa. 30
7. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gefüge des Stahls nach einer Vergütung ≥ 90 Vol.-% bainitisch und/oder martensitisch ist. 35
8. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gefüge des Stahls ohne Vergütung ≥ 90 Vol.-% ferritisch-perlitisch ist. 40
9. Stahl, umfassend 45
- 0,30 - 0,50 Gew.-% C,
 0,05 - 1,3 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,01 - 0,8 Gew.-% Si,
 0,3 - 1,5 Gew.-% Cr,
 0,005 - 0,40 Gew.-% V,
 0,0008 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,35 Gew.-% Al,
 0,0001 - 0,0200 Gew.-% N,
 0,01 - 0,08 Gew.-% Ti,
 0,0030 - 0,0800 Gew.-% Zr,
 optional
 0,01 - 0,20 Gew.-% Mo, 50
- 0,01 - 0,50 Gew.-% Ni,
 0,01 - 0,50 Gew.-% Cu,
 0,0010 - 0,0100 Gew.-% Ca,
 den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen. 55
10. Stahl nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stahl
- 0,30 - 0,46 Gew.-% C,
 0,3 - 1,3 Gew.-% Mn,
 0,001 - 0,015 Gew.-% P,
 0,001 - 0,015 Gew.-% S,
 0,01 - 0,60 Gew.-% Si,
 0,3 - 1,3 Gew.-% Cr,
 0,005 - 0,35 Gew.-% V,
 0,0012 - 0,0050 Gew.-% B,
 0,02 - 0,25 Gew.-% Al,
 0,0020 - 0,0150 Gew.-% N,
 0,014 - 0,060 Gew.-% Ti,
 0,0050 - 0,0500 Gew.-% Zr,
 optional
 0,01 - 0,16 Gew.-% Mo,
 0,01 - 0,40 Gew.-% Ni,
 0,01 - 0,30 Gew.-% Cu,
 0,0010 - 0,0080 Gew.-% Ca,
 den Rest Eisen und unvermeidbare Verunreinigungen
 umfasst, bevorzugt daraus besteht.
11. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend die Schritte
- Bereitstellen eines Stahls mit einer Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 - 3
 - Formen eines Bauteils mit einem Bestandteil aus dem Stahl und
 - optional Wärmebehandeln.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die Schritte umfasst
- a) Bereitstellen eines Stahls mit einer Zusammensetzung gemäß einem der Ansprüche 1 - 3,
 - b) Walzen, insbesondere thermomechanisches Walzen des Stahls,
 - c) Herstellen eines Drahtes oder einer Stange des Stahls,
 - d) optional GKZ-Glühen,
 - e) Drahtziehen,
 - f) Umformen und
 - g) optional Wärmebehandeln.

Fig. 1

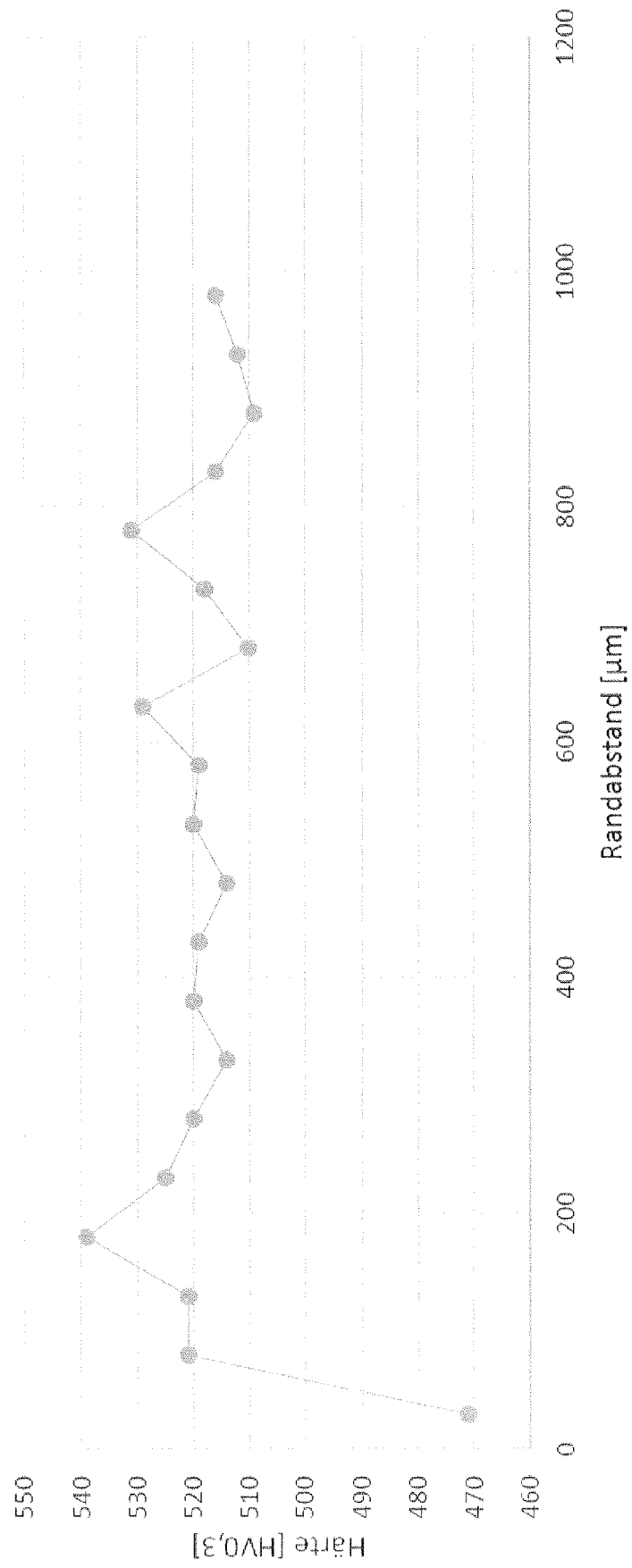
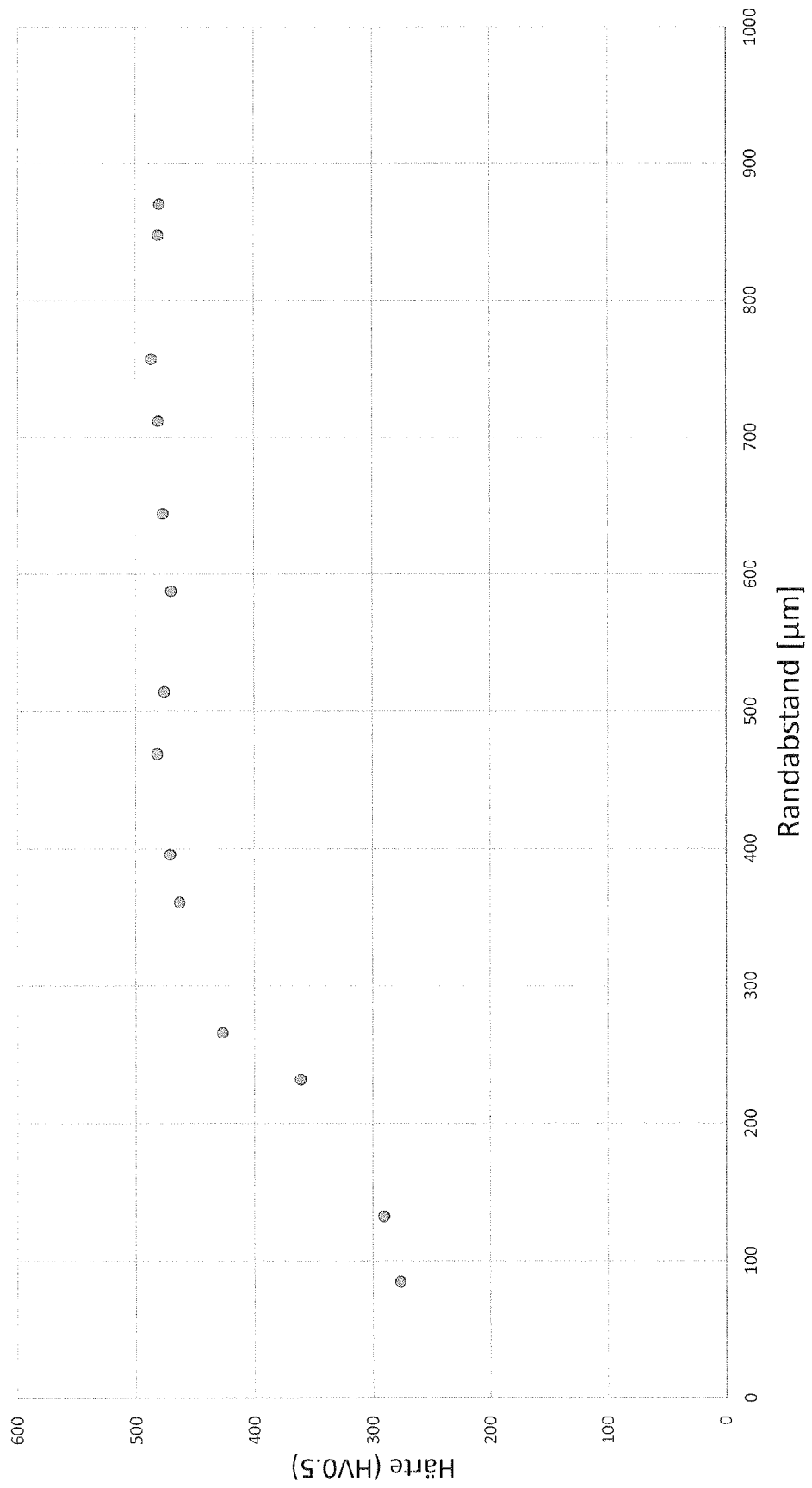


Fig.2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 21 21 1997

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)
X	EP 3 078 758 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 12. Oktober 2016 (2016-10-12) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-6; Tabellen 1-7 * * Absatz [0055] - Absatz [0085] * -----	1-12	INV. C22C38/00 C22C38/02 C22C38/04 C22C38/06 C22C38/24 C22C38/28 C22C38/32 C21D9/00
A	EP 2 546 380 A1 (NIPPON STEEL CORP [JP]) 16. Januar 2013 (2013-01-16) * das ganze Dokument *	1-12	
A	EP 2 484 789 A1 (KOBE STEEL LTD [JP]) 8. August 2012 (2012-08-08) * das ganze Dokument *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C22C C21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. April 2022	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 21 21 1997

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.

04-04-2022

10

Im Recherchenbericht
angeführtes Patentedokument

Datum der
Veröffentlichung

Mitglied(er) der
Patentfamilie

Datum der
Veröffentlichung

15

EP 3078758

A1

12-10-2016

CA 2931047 A1

11-06-2015

CN 105793456 A

20-07-2016

EP 3078758 A1

12-10-2016

JP 6031022 B2

24-11-2016

JP 2015105428 A

08-06-2015

KR 20160088372 A

25-07-2016

TW 201544599 A

01-12-2015

US 2017159693 A1

08-06-2017

WO 2015083599 A1

11-06-2015

20

EP 2546380

A1

16-01-2013

CN 102791898 A

21-11-2012

EP 2546380 A1

16-01-2013

ES 2583053 T3

16-09-2016

JP 5135557 B2

06-02-2013

JP WO2011111873 A1

27-06-2013

KR 20120118059 A

25-10-2012

PL 2546380 T3

30-11-2016

US 2012298262 A1

29-11-2012

WO 2011111873 A1

15-09-2011

25

EP 2484789

A1

08-08-2012

CN 102686759 A

19-09-2012

EP 2484789 A1

08-08-2012

KR 20120046789 A

10-05-2012

US 2012168035 A1

05-07-2012

WO 2011040587 A1

07-04-2011

30

EP 3078758

A1

12-10-2016

CA 2931047 A1

11-06-2015

CN 105793456 A

20-07-2016

EP 3078758 A1

12-10-2016

JP 6031022 B2

24-11-2016

JP 2015105428 A

08-06-2015

KR 20160088372 A

25-07-2016

TW 201544599 A

01-12-2015

US 2017159693 A1

08-06-2017

WO 2015083599 A1

11-06-2015

35

EP 2546380

A1

16-01-2013

CN 102791898 A

21-11-2012

EP 2546380 A1

16-01-2013

ES 2583053 T3

16-09-2016

JP 5135557 B2

06-02-2013

JP WO2011111873 A1

27-06-2013

KR 20120118059 A

25-10-2012

PL 2546380 T3

30-11-2016

US 2012298262 A1

29-11-2012

WO 2011111873 A1

15-09-2011

40

EP 2484789

A1

08-08-2012

CN 102686759 A

19-09-2012

EP 2484789 A1

08-08-2012

KR 20120046789 A

10-05-2012

US 2012168035 A1

05-07-2012

WO 2011040587 A1

07-04-2011

45

EP 3078758

A1

12-10-2016

CA 2931047 A1

11-06-2015

CN 105793456 A

20-07-2016

EP 3078758 A1

12-10-2016

JP 6031022 B2

24-11-2016

JP 2015105428 A

08-06-2015

KR 20160088372 A

25-07-2016

TW 201544599 A

01-12-2015

US 2017159693 A1

08-06-2017

WO 2015083599 A1

11-06-2015

50

EP 2546380

A1

16-01-2013

CN 102791898 A

21-11-2012

EP 2546380 A1

16-01-2013

ES 2583053 T3

16-09-2016

JP 5135557 B2

06-02-2013

JP WO2011111873 A1

27-06-2013

KR 20120118059 A

25-10-2012

PL 2546380 T3

30-11-2016

US 2012298262 A1

29-11-2012

WO 2011111873 A1

15-09-2011

55

EP 2484789

A1

08-08-2012

CN 102686759 A

19-09-2012

EP 2484789 A1

08-08-2012

KR 20120046789 A

10-05-2012

US 2012168035 A1

05-07-2012

WO 2011040587 A1

07-04-2011

55

EPO FORM P0461

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

- WO 2021009705 A1 [0002]
- WO 2008142275 A2 [0002]