



(11) **EP 2 375 212 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.10.2017 Patentblatt 2017/40**

(51) Int Cl.:  
**F41A 21/20** <sup>(2006.01)</sup> **C21D 9/10** <sup>(2006.01)</sup>  
**C22C 38/22** <sup>(2006.01)</sup> **C21D 1/25** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **11450040.8**

(22) Anmeldetag: **17.03.2011**

(54) **Lauf für Feuerwaffen**

Barrel for firearms

Canon pour armes à feu

(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**

(30) Priorität: **06.04.2010 AT 5502010**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.10.2011 Patentblatt 2011/41**

(73) Patentinhaber: **BÖHLER Edelstahl GmbH**  
**8605 Kapfenberg (AT)**

(72) Erfinder:  
• **Caliskanoglu, Devrim**  
**8600 Bruck/Mur (AT)**  
• **Schweiger, Herbert**  
**8661 Wartberg (AT)**  
• **Siller, Ingo**  
**8102 Semriach 433 (AT)**

(74) Vertreter: **Patronus IP Patent- und Rechtsanwälte**  
**Neumarkter Strasse 18**  
**81673 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 939 140 JP-A- 2000 080 444**

**EP 2 375 212 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf einen Geschoßlauf von Feuerwaffen, insb. von leichtgewichtigen Handfeuerwaffen.

5 **[0002]** Ein Geschoßlauf ist im praktischen Einsatz der Waffe hohen mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt. Eine schlagartige Gasdruckbelastung des Rohres bzw. eine Zugbelastung der Rohrwand beim Schuss erfordert eine hohe Streckgrenze bzw. hohe Festigkeit des Laufwerkstoffes bei guten Zähigkeitseigenschaften.

**[0003]** Dem Stand der Technik gemäß werden als Laufwerkstoffe erprobte, hochzähe Vergütungsstähle eingesetzt, welche überdies wirtschaftlich verfügbar sind. Als Werkstoffhärte dieses thermisch vergüteten Rohrteiles wird zumeist eine solche von  $47 \pm 1$  HRC gefordert, was etwa einer Zugfestigkeit im Bereich 1030 bis 1125 N/mm<sup>2</sup> entspricht. Aus JP 2000-80444 ist eine Stahllegierung für einen Geschoßlauf mit einer Härte von 28-36 HRC und einer Zähigkeit bei -40°C von mindestens 20 J/cm<sup>2</sup> bekannt.

10 **[0004]** Darüber hinaus offenbart EP 0 939 140 A1 einen Warmarbeitsstahl, bei dem durch enge Begrenzung der Verunreinigungs- und Begleitelemente der Abfall der mechanischen Eigenschaften bei höheren Temperaturen verringert wird.

**[0005]** Im Rahmen einer Leistungssteigerung, Güteverbesserung und Erhöhung der Sicherheit werden gesteigerte Anforderungen an den Geschoßlauf von Feuerwaffen und derart an den Werkstoff der Rohrteile gestellt. Dies ergibt sich hauptsächlich aus erhöhten Gasdruckbelastungen durch neue Munitionskonzepte und geringeren Laufwandstärken zur Gewichtsreduktion von modernen Waffen.

20 **[0006]** Aufgabe der Erfindung ist, ausgehend vom Stand der Technik, einen verbesserten Geschoßlauf von Feuerwaffen aus einem neuen Werkstoff für diesen zu schaffen, welcher legierungstechnisch ausgewogen ist und nach einer thermischen Vergütung eine geforderte Festigkeit bzw. Mindesthärte von größer  $47 \pm 1$  HRC, eine hohe Zähigkeit im Temperaturbereich von -50 bis +500°C und höher hat und derart ein Sicherheitspotential gegen Sprödbbruch auch bei einer Wandstärkenminimierung aufweist.

25 **[0007]** Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst, wenn der Geschoßlauf aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Ge-halt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

30 **[0008]** sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen gebildet ist, wobei der thermisch vergütete Geschoßlauf-Werkstoff eine Härte von 46 bis 48 HRC aufweist.

**[0008]** Im Vergleich mit einer bisher vorwiegend verwendeten Legierung für einen Geschoßlauf mit einer in weiten Grenzen gebildeten Zusammensetzung von in Gew.-% C = 0.42, Si = 0.3, Mn = 0.7, P max. 0.025, S max. 0.01, Cr = 1.1, Mo = 0.2, Ni = 0.25, V max. 0.1, W max. 0.1, Ti max. 0.1 weist das neue Waffenrohrmaterial hochwirksame Unterschiede in den Konzentrationen der Elemente C, Si, Mn, P, S, Cr, Mo, Ni und V auf, wobei die Stahlschädlinge As, Sn, Sb in ihrer max. Konzentration wesentlich verringert sind.

40 **[0009]** Hauptaugenmerk bei der neuen erfindungsgemäßen Legierung für einen Geschoßlauf war eine Erhöhung der Zugfestigkeit bzw. Dehngrenze bei Temperaturen über ca. 300°C. Bei kurzer Schussfolge erwärmt sich insb. ein vorteilhaft dünnes bzw. leichtgewichtiges Geschoßlaufrohr zumindest im Bereich der Innenoberfläche auf über 400 bis 450°C, wodurch die Materialfestigkeit und der Verschleißwiderstand von bisher verwendeten Geschoßrohr-Werkstoffen stark sinkt und allgemeine Probleme mit den gesteigerten Güteanforderungen bei erhöhten Temperaturen an diesen mit sich bringt.

45 **[0010]** Werden jedoch stattdessen übliche Warmarbeitsstähle, die oft bis 500°C und auch wesentlich darüber, hohe Werkstoffhärtewerte im vergüteten Zustand aufweisen, für Waffenrohre eingesetzt, so ist zwar deren Hochtemperaturverhalten äußerst günstig, allerdings sind die Zähigkeitswerte vergleichsweise niedrig und die Übergangstemperatur von zähem Bruch zum Sprödbbruch des Werkstoffes (FATT) liegt im Wesentlichen im Bereich von +60 bis 0°C.

50 **[0011]** Die Nachteile des Vergütungsstahles einerseits und diejenigen eines Warmarbeitsstahles andererseits werden durch die Zusammensetzung des erfindungsgemäßen Geschoßwerkstoffes überwunden.

**[0012]** Dieser weist im Vergleich mit den genannten Legierungen einen niedrigeren C-Gehalt auf, der das Härteverhalten günstig beeinflusst und bei einer Standard-Vergütetechnologie ausreichende Härtewerte erbringt.

55 **[0013]** Aus Gründen der Werkstoffzähigkeit im Tieftemperaturbereich ist der Si-Gehalt auf niedrige Werte, die allenfalls eine Desoxidation der Schmelze mit Sicherheit bewirken, beschränkt.

**[0014]** Niedrige Werte von Mn sind unter der Bedingung von niedrigen S-Gehalten vorteilhaft.

**[0015]** Ein gegenüber dem Vergütungsstahl erhöhter Cr- und Mo-Gehalt wirkt sich günstig auf das Vergüteverhalten

## EP 2 375 212 B1

des Werkstoffes und auf dessen Hochtemperatureigenschaften aus.

**[0016]** Entscheidend sind, wie gefunden wurde, niedrige Ni-Konzentrationen für ein verbessertes Wasserstoff-induziertes Tieftemperaturverhalten der Legierung.

5 **[0017]** Bei Nickelgehalten der erfindungsgemäßen Legierung unmittelbar unter 0.5 Gew.-% kann es von Vorteil sein, wenn im Herstellverfahren des Werkstoffes eine Vakuumbehandlung der Schmelze durchgeführt wird. Üblicherweise erfolgt dabei die Entgasung des flüssigen Stahles bei einem Druck von unter 5 mbar (500 Pa), vorzugsweise von 1 m bar (100 Pa) und darunter.

**[0018]** Geringe Nickelkonzentrationen von unter 0.18 Gew.-% und insb. von 0.1 Gew.-% der Legierung erübrigen eine teure Vakuumbehandlung allenfalls.

10 **[0019]** Weiters ist von wesentlicher Bedeutung für eine hohe Zähigkeit des Werkstoffes dessen niedrige Gehalte an As, Sn und Sb.

**[0020]** Von besonderem Vorteil für ein Erreichen höchster Gütewerte ist, wenn der Geschoßlauf aus einem oben genannten Werkstoff, der zumindest ein Element in der Konzentration in Gew.-% von

15

Ge-halt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.3	0.1	0.2			3.8	1.4		0.44				Rest
Max	0.34	0.2	0.3	0.005	0.001	4.2	1.6	0.1	0.48	0.1	0.05	0.005	

20 aufweist, besteht.

**[0021]** Ein Verfahren zur Herstellung eines Geschoßlaufes von Feuerwaffen mit vorgenannter, chemischer Zusammensetzung hat sich als besonders vorteilhaft und effizient herausgestellt, nach welchem eine thermische Vergütung als Vakuum-Wärmebehandlung durchgeführt wird, bei welcher ein mind. einmaliges Härten mit einer forcierten Abkühlung von einer Temperatur von höher als 940°C, jedoch niedriger als 995°C, mit einer Haltezeit auf Härtetemperatur nach einer Teildurchwärmung von mind. 20 min. erfolgt und ein mind. zweimaliges Anlassen des Härtegefüges bei einer Temperatur von höher als 575°C durchgeführt wird.

25 **[0022]** Weiter verbesserte Güteeigenschaften sind erreichbar, wenn ein Härten des Geschoßlaufwerkstoffes von einer Temperatur im Bereich von 960 bis 980°C nach einer Haltezeit auf dieser Austenitisierungstemperatur von mehr als 25 min. erfolgt, worauf ein mehrmaliges Anlassen bei einer Temperatur von etwa 600°C durchgeführt wird.

**[0023]** Anhand von Untersuchungsergebnissen, welche lediglich einen Ausführungsweg der Erfindung darstellen, soll diese näher erläutert werden. Die Messwerte der Untersuchungen sind in Diagrammen dargestellt.

30 **[0024]** Es zeigt  
Tab. 1 chemische Zusammensetzung der Vergleichslegierungen bzw. Werkstoffe

35 Fig. 1 Warmfestigkeit der Werkstoffe in Abhängigkeit der Temperatur  
Fig. 2 Kerbschlagarbeit (Zähigkeit) der Werkstoffe in Abhängigkeit der Temperatur

40 **[0025]** In Tab.1 sind ein Vergütungsstahl V320, ein Warmarbeitsstahl W300 und ein erfindungsgemäßer Stahltyp W381 für Waffenrohre mit den Gehalten an Legierungselementen angegeben, wobei der Restgehalt im Wesentlichen Eisen ist:

45

Güte		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+Sn+Sb
V320	min	0.4	0.2	0.6			1.0	0.15	0.2				
	max	0.44	0.35	0.8	0.025	0.002	1.2	0.25	0.3	0.1	0.1	0.05	0.01
W300	min	0.36	0.9	0.3			4.8	1.1		0.3			
	max	0.4	1.2	0.5	0.025	0.002	5.2	1.3	0.4	0.5	0.1	0.05	0.01
W381	min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42			
	max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	0.18	0.5	0.15	0.08	0.07

50

55 **[0026]** Alle angegebenen und für eine Erprobung verwendeten Geschoßrohrstähle wurden einer Vakuum-Wärmebehandlung mit gleichen Parametern unterworfen:

- Austenitisieren bei Härtetemperatur

## EP 2 375 212 B1

- Halten auf der Austenitisierungstemperatur von 30 min. und Abschrecken
- Zweimaliges Anlassen mit jeweils 2 Std.

[0027] Fig. 1 zeigt den Verlauf der Zugfestigkeit  $R_m$  mit steigender Temperatur bis 600°C.

[0028] Die Festigkeit  $R_m$  verringert sich beim Vergütungsstahl V320 schon bei einer Temperatur über 200°C wesentlich und entspricht ab ca. 390°C nach oftmaligem Erwärmen nicht mehr den derzeitigen Forderungen an einen Geschoßlaufwerkstoff.

[0029] Der erfindungsgemäße Werkstoff W381 und der Warmarbeitsstahl W300 hingegen weisen erst ab einer Temperatur von ca. 500°C einen Abfall der Zugfestigkeit unter die geforderte Grenze auf.

[0030] Fig. 2 vermittelt den Verlauf der Werkstoffzähigkeit über der Temperatur im Bereich von -40 und +200°C.

[0031] Am Kurvenverlauf ist deutlich erkennbar, dass der Warmarbeitsstahl W300 insgesamt niedrigere Zähigkeitswerte aufweist und dass ab einer Temperatur von unter 20°C eine Sprödbbruchneigung des Werkstoffes dominierend ist.

[0032] Der Vergütungsstahl V320 zeigt ein zähes Bruchverhalten bei Schlagbeanspruchung von Teilen aus diesem, wobei der erfindungsgemäße Werkstoff W381 nur geringfügig niedrigere Zähigkeitswerte bei den einzelnen Temperaturen hat.

[0033] Im Vergleich umfasst der erfindungsgemäße Geschoßlauf einen Werkstoff W381, der einerseits bei höheren Temperaturen eine wesentlich größere Zugfestigkeit und Härte als der üblicherweise eingesetzte Vergütungsstahl V320 aufweist, welcher Werkstoff W381 andererseits bei tiefen Temperaturen bis -40°C ein wesentlich höheres Zähigkeitspotential hat.

### Patentansprüche

1. Geschoßlauf von Feuerwaffen, insb. von leichtgewichtigen Handfeuerwaffen, gebildet aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Ge-halt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, welcher thermisch vergütete Geschoßlauf-Werkstoff eine Härte von mind. 46 bis 48 HRC aufweist.

2. Geschoßlauf nach Anspruch 1, gebildet aus einem verformten Werkstoff mit einer chemischen Zusammensetzung von in Gew.-%

Ge-halt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				Rest
Max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	0.18	0.5	0.15	0.08	0.007	

sowie erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, welcher thermisch vergütete Geschoßlauf-Werkstoff eine Härte von mind. 46 bis 48 HRC aufweist.

3. Geschoßlauf nach Anspruch 1 oder 2, aus einem Werkstoff, der zumindest ein Element der Konzentration in Gew.-% von

Ge-halt	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
Min	0.3	0.1	0.2			3.8	1.4		0.44				Rest
Max	0.34	0.2	0.3	0.005	0.001	4.2	1.6	0.1	0.48	0.1	0.05	0.005	

aufweist.

4. Verfahren zur Herstellung eines Geschoßlaufes von Feuerwaffen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei welchem

## EP 2 375 212 B1

eine thermische Vergütung als Vakuum-Wärmebehandlung durchgeführt wird, bei welcher ein mind. einmaliges Härten bei einer Temperatur von höher als 940°C, jedoch niedriger als 995°C mit einer Haltezeit auf Härtetemperatur nach einer Teildurchwärmung von mind. 20 min. erfolgt und ein mind. zweimaliges Anlassen des Härtegefüges bei einer Temperatur von höher als 575°C durchgeführt wird.

- 5
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei welchem ein Härten des Geschoßlauf-Werkstoffes bei einer Temperatur im Bereich von 960 bis 980°C mit einer Haltezeit auf dieser Austenitisierungstemperatur von mehr als 25 min. erfolgt, worauf ein mehrmaliges Anlassen bei einer Temperatur von etwa 600°C durchgeführt wird.
- 10
6. Verfahren zur Herstellung eines Geschoßlaufes von Feuerwaffen nach einem der Ansprüche 1 sowie 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Herstellung des Werkstoffes eine Vakuumbehandlung der Schmelze erfolgt.

### Claims

- 15
1. Barrel for projectiles of firearms, in particular of light-weight small firearms, made of a deformed material having a chemical composition of in weight-%

20

content	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				rest
max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	<0.5	0.5	0.15	0.08	0.007	

25 as well as impurities due to fusion, which thermally treated barrel for projectiles material has a hardness of at least 46 to 48 HRC.

2. Barrel for projectiles according to claim 1, made of a deformed material having a chemical composition of in weight-%

30

content	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0.28	0.08	0.15			3.6	1.2		0.42				rest
max	0.36	0.26	0.35	0.005	0.002	4.4	1.8	0.18	0.5	0.15	0.08	0.007	

35 as well as impurities due to fusion, which thermally treated barrel for projectiles material has a hardness of at least 46 to 48 HRC.

3. Barrel for projectiles according to claim 1 or claim 2, made from a deformed material having at least one element of the concentration of in weight-%

40

45

content	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0.3	0.1	0.2			3.8	1.4		0.44				rest
max	0.34	0.2	0.3	0.005	0.001	4.2	1.6	0.1	0.48	0.1	0.05	0.005	

4. A process for producing a barrel for projectiles of firearms according to one of claims 1 to 3, wherein a thermal treatment is performed as a vacuum heat treatment, in which at least one curing takes place at a temperature of higher than 940° C but lower than 995° C with a holding time at hardening temperature after a partial heating of at least 20 min., and wherein a tempering repeated at least twice of the hardness structure is carried out at a temperature of higher than 575° C.

5. A process according to claim 4, wherein a curing of the barrel for projectiles material takes place at a temperature in the range of 960 to 980° C with a holding time at said austenitisation temperature of more than 25 min., following which a multiple annealing at a temperature of about 600° C is carried out.

6. A process for producing a barrel for projectiles of firearms according to one of claims 1 and 3 to 5, **characterized**

## EP 2 375 212 B1

in that a vacuum treatment of the melt takes place during the production of the material.

### Revendications

5

1. Canon de projectile d'armes à feu, en particulier d'armes de poing légères, formé à partir d'un matériau déformé ayant une composition chimique en % en poids de

10

Teneur	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0,28	0,08	0,15			3,6	1,2		0,42				reste
max	0,36	0,26	0,35	0,005	0,002	4,4	1,8	<0,5	0,5	0,15	0,08	0,007	

15

ainsi que des impuretés dues à la fusion, ledit matériau de canon de projectile thermiquement renforcé ayant une dureté d'au moins 46 à 48 HRC.

2. Canon de projectile selon la revendication 1, formé à partir d'un matériau déformé ayant une composition chimique en % en poids de

20

Teneur	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0,28	0,08	0,15			3,6	1,2		0,42				reste
max	0,36	0,26	0,35	0,005	0,002	4,4	1,8	0,18	0,5	0,15	0,08	0,007	

25

ainsi que des impuretés dues à la fusion, ledit matériau de canon de projectile thermiquement renforcé ayant une dureté d'au moins 46 à 48 HRC.

3. Canon de projectile selon la revendication 1 ou 2, d'un matériau lequel comprend au moins un élément de la concentration en % en poids de

30

Teneur	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	W	Ti	As+ Sn+Sb	Fe
min	0,3	0,1	0,2			3,8	1,4		0,44				reste
max	0,34	0,2	0,3	0,005	0,001	4,2	1,6	0,1	0,48	0,1	0,05	0,005	

35

4. Procédé de fabrication d'un canon de projectile d'armes à feu selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel un traitement thermique est réalisé en tant que traitement thermique sous vide, dans lequel un durcissement au moins unique à une température supérieure à 940° C mais inférieure à 995° C avec un temps de maintien à la température de durcissement après un chauffage partiel d'au moins 20 min. est mis en oeuvre et un réchauffage répété au moins deux fois de la structure de dureté à une température supérieure à 575° C est mis en oeuvre.

40

5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel un durcissement du matériau de canon de projectile est mis en oeuvre à une température dans la plage de 960 à 980° C avec un temps de maintien à cette température d'austénitisation supérieur à 25 min., suivi de la mise en oeuvre d'un réchauffage répété à une température d'environ 600° C.

45

6. Procédé de fabrication d'un canon de projectile d'armes à feu selon l'une quelconque des revendications 1 et 3 à 5, **caractérisé en ce que** durant la préparation du matériau a lieu un traitement sous vide de la masse fondue.

50

55

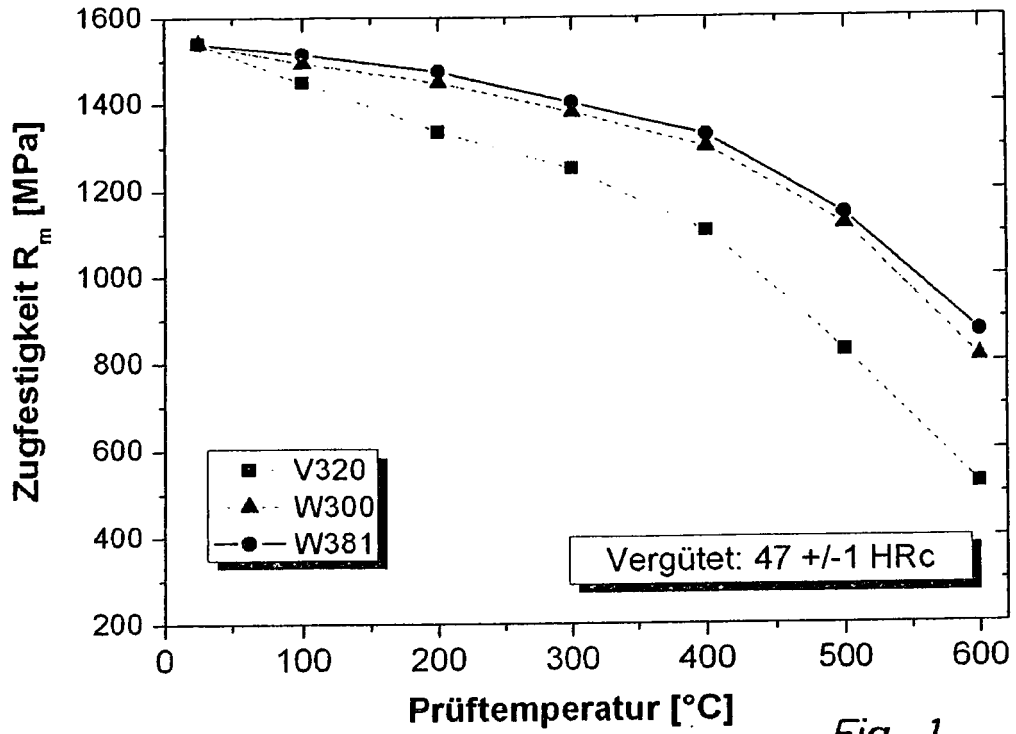


Fig. 1

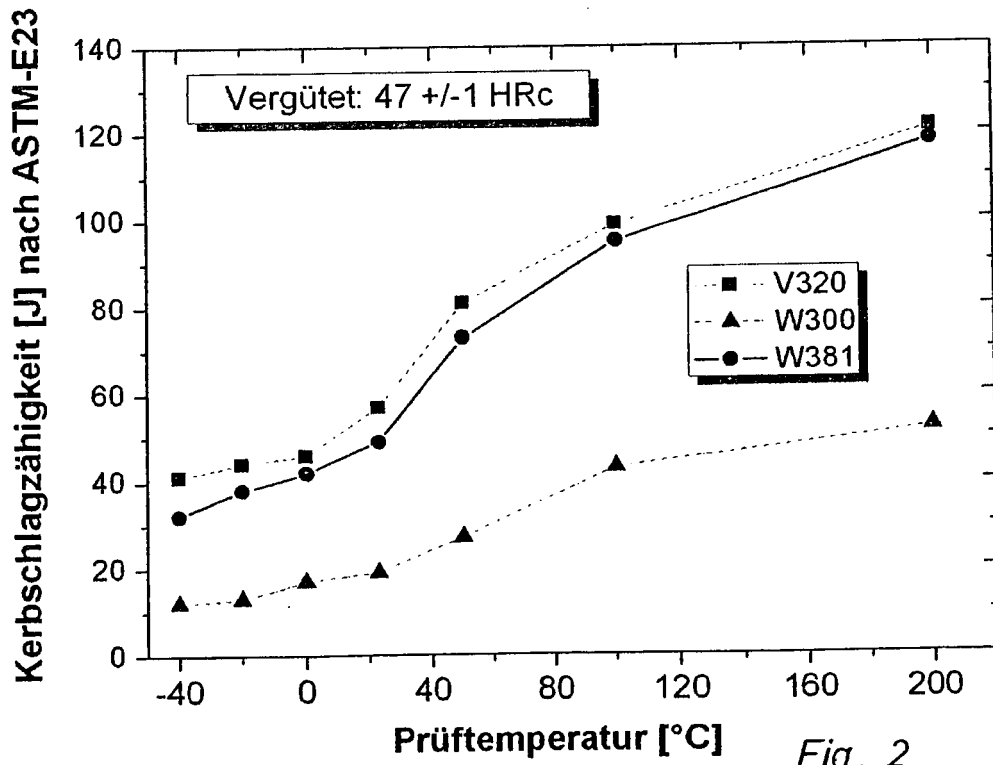


Fig. 2

**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**

- JP 2000080444 A [0003]
- EP 0939140 A1 [0004]