



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.08.2005 Patentblatt 2005/34**

(51) Int Cl.7: **C21D 5/00, C22C 37/04**

(21) Anmeldenummer: **05450027.7**

(22) Anmeldetag: **10.02.2005**

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

(72) Erfinder: **Kehrer, Oskar**  
**8044 Graz (AT)**

(74) Vertreter: **Kovac, Werner**  
**MAGNA STEYR Fahrzeugtechnik AG & Co KG,**  
**Patentabteilung/VI,**  
**Liebenauer Hauptstrasse 317**  
**8041 Graz (AT)**

(30) Priorität: **10.02.2004 AT 9804 U**

(71) Anmelder: **Magna Drivetrain AG & Co KG**  
**8502 Lannach (AT)**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes aus sphäroguss und nach diesem hergestelltes Werkstück**

(57) Ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes aus bainitischem Sphäroguss durch Austenitisieren und nachfolgendes Bainitisieren soll diesen verbilligen und verbessern. Es wird in folgenden Schritten vorgegangen: Austenitisieren bei einer Temperatur von 950

bis 1100° Celsius in einer C-haltigen Atmosphäre, dann Abkühlen auf Raumtemperatur, und schließlich Bainitisieren durch Erwärmen auf eine Anlasstemperatur von 150 bis 600° Celsius. Ein verbessertes Ausgangsmaterial enthält mehr C und Si und kann Ce und/oder Ca enthalten.

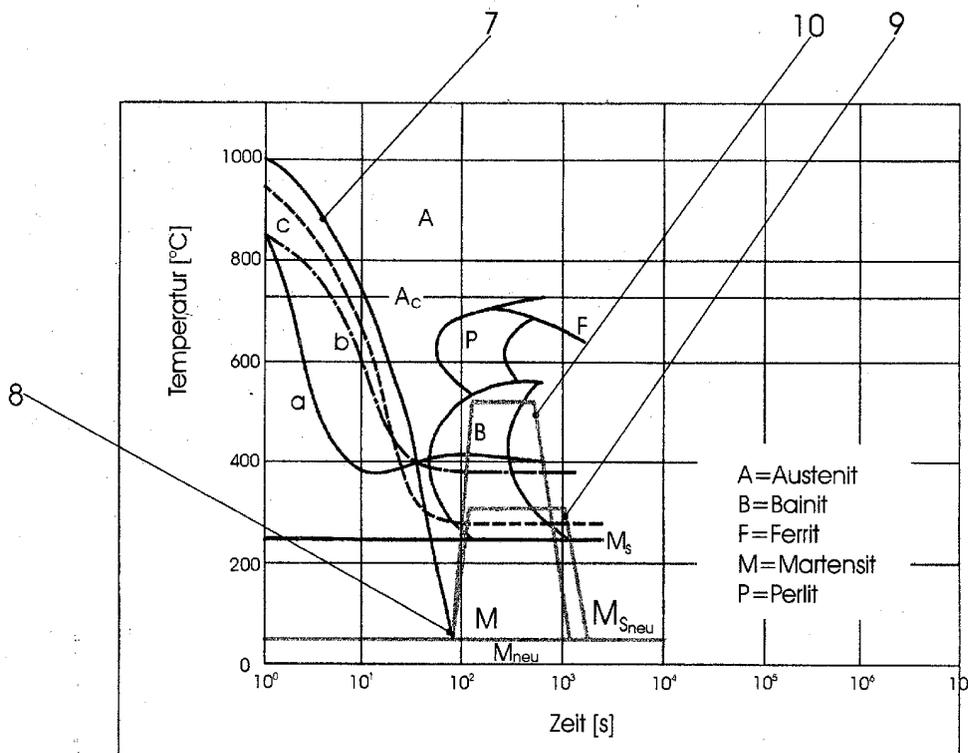


Fig. 2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes aus bainitischem Sphäroguss, ausgehend von einem Werkstück aus Sphäroguss mit Kugelgraphit durch Austenitisieren und nachfolgendes Bainitisieren. Bainitischer Sphäroguss hat gegenüber gewöhnlichem Sphäroguss und geschmiedetem Stahl dank seines besonderen Gefüges bei gleicher Bruchdehnung eine höhere Zugfestigkeit und vor allem eine höhere Dauerfestigkeit bei dynamischer Belastung; nur legierter Stahl reicht an diese Eigenschaften heran. Weitere Vorteile sind geringeres spezifisches Gewicht, gute Dämpfungseigenschaften. Seine Wärmedehnung ist größer, ähnlich der von Aluminium und dessen Legierungen, was bei Kombination dieser beiden Werkstoffe ein Vorteil ist. Daher ist dieser Werkstoff geeignet für Wellen, Zahnräder, Kurvenscheiben, Steuermocken, Getriebegehäuse und Fahrwerksteile.

**[0002]** Sphäroguss ist aus den Normen DIN EN 1564 (1997), ASTM A 897-90 (1997) ("Standard Specification for Austempered Ductile Cast Iron"), SAE J 24770 (2002) und ISO 17804 (Entwurf) bekannt und in diesen spezifiziert. Er wird üblicherweise, nicht ganz zutreffend, als Bainitischer Sphäroguss oder besser "Austempered Ductile Cast Iron" genannt. Bei dessen Herstellung wird von legiertem Sphäroguss ausgegangen, das Austenitisieren erfolgt in einer Schutzgasatmosphäre bei Temperaturen zwischen 800 und 900° Celsius und dauert mindestens zwei Stunden, bei Teilen mit großen Wandstärken erheblich länger. Zum darauffolgenden Bainitisieren wird das Werkstück von der Austenitisierungstemperatur in einem Salz- oder Metallbad auf eine Bainitisierungstemperatur von 235 bis 425° Celsius abgekühlt, während 1 bis 4 Stunden auf dieser Temperatur gehalten und sodann abgeschreckt. Daran ist zunächst nachteilig, dass die Legierungselemente Molybdän, Kupfer und Nickel in den erforderlichen Mengen das Werkstück bereits vor der Wärmebehandlung schwer bearbeitbar machen und teuer sind. Viel teurer aber kommen die langen Verweilzeiten in besonderen aufwändigen Vorrichtungen (ein Spezialofen mit Schutzgasatmosphäre zum Austenitisieren und ein temperaturgeregeltes Salzbad zum Bainitisieren). Im Gefüge verbleibt aber noch ein fühlbarer Anteil an nadeligem Ferrit, der für die mechanischen Eigenschaften ungünstig ist.

**[0003]** Somit ist es Ziel der Erfindung, diesen Nachteilen zu begegnen und bainitischen Sphäroguss zu verbilligen und dessen Eigenschaften zu verbessern. Dazu wird ein Verfahren angegeben und begleitend werden zur weiteren Verbesserung der Eigenschaften des Werkstückes Merkmale zur Zusammensetzung des Werkstückes vorgeschlagen.

**[0004]** Das erfindungsgemäße Verfahren besteht in den folgenden drei Schritten:

- Austenitisieren bei einer Temperatur von 950 bis

- 1100° Celsius in einer C-haltigen Atmosphäre,
- dann Abkühlen auf Raumtemperatur, und schließlich
- Bainitisieren durch Erwärmen auf eine Anlasstemperatur von 120 bis 600° Celsius.

**[0005]** Durch die höhere Austenitisierungstemperatur geht in diesem Temperaturbereich erheblich mehr Kohlenstoff aus dem Kugelgraphit in sich bildenden Austenit in Lösung, und das in viel kürzerer Zeit. Die kurze erforderliche Haltezeit auf dieser erhöhten Temperatur verhindert die Bildung von versprödemdem grobem Korn. Die Abkühlung auf Raumtemperatur ist unproblematisch und erfordert keine besonderen Vorkehrungen. So entsteht ein besonders feines Austenit - Gefüge. Der apparative Aufwand ist dadurch billiger und die Belegungszeit der Apparate kürzer. Beim Bainitisieren sind durch den breiten Temperaturbereich und die relativ kurze Verweilzeit die mechanischen Werkstückeigenschaften in einem weiten Bereich prozesssicher genau einstellbar. Insgesamt wird bei diesem Verfahren also zwischen Austenitisieren und Bainitisieren auf Raumtemperatur abgekühlt. Anders ausgedrückt bedeutet das, dass das Bainitgebiet (auch "Bainitnase" genannt) im Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild (kurz: ZTU-Schaubild) nicht von oben oder von der Seite (wie beim Stand der Technik) sondern von unten, also bei ansteigender Temperatur erreicht wird. Dadurch bleibt kein Ferrit und nur soviel Martensit im Gefüge zurück, als sich aus dem im Austenit gebildeten Kohlenstoff bilden kann. Letzteres, weil die Martensitlinie wegen der hohen Austenitisierungstemperatur im ZTU - Schaubild und wegen des höheren Kohlenstoffgehaltes des Austenites tiefer liegt. Das bringt eine erhebliche Verbesserung des Gefüges und insgesamt der mechanisch-technologischen Eigenschaften mit sich.

**[0006]** Die folgenden Verfahrensparameter haben sich als günstig erwiesen: zum Austenitisieren gemäß a) eine Verweildauer von 0,2 bis 6 Stunden in einer Atmosphäre von 0,35 bis 1,2 Gewichtsprozent Kohlenstoff (Anspruch 2), dabei steht der tiefere Wert für sehr kleine und der höhere Wert für sehr große und dicke Werkstücke, etwa einen Turbinenrotor. Die Kohlenstoffatmosphäre beugt einer Entkohlung der Randzonen vor, sodass das Werkstück in seiner ganzen Tiefe homogen ist.

**[0007]** Die Geschwindigkeit, mit der das Abkühlen auf Raumtemperatur gemäß b) erfolgt, soll so gewählt werden, dass die Abkühlkurve im ZTU-Schaubild die "Perlitnase" gerade nicht berührt (Anspruch 3). Das heisst, die Abkühlung kann mit einer reduzierten Abkühlgeschwindigkeit erfolgen, die (je nach Werkstückdicke) mit einem Gasstrom (Stickstoff, Helium und deren Gemische, oder auch nur Luft) erzielbar ist, wieder mit geringem apparativen Aufwand. Dadurch ist trotz der höheren Austenitisierungstemperatur die Verzugsgefahr viel kleiner. Bei geringeren Anforderungen an die Maßhaltigkeit des Werkstückes ist auch eine Abkühlung im Ölbad möglich. Für Werkstücke, bei denen es auf höchste

Verschleissfestigkeit ankommt, oder bei denen die Perlitnase weit vorspringt, wird die Abkühlgeschwindigkeit so gewählt, dass die Abkühlkurve auch die "Bainitnase" gerade nicht berührt (Anspruch 4)

**[0008]** Das Bainitisieren gemäß c) erfolgt dann "von unten", wobei während 0,5 bis 4 Stunden bei der Temperatur von 120 bis 600° Celsius die Festigkeitseigenschaften eingestellt werden (Anspruch 5). Die Dauer ist wieder von der Größe des Werkstückes abhängig, für kleinere Wellen und Zahnräder liegt sie selten über einer Stunde. In dem breiten Temperaturbereich sind die mechanischen Werkstückeigenschaften durch Wahl der Temperatur prozesssicher genau einstellbar, und zwar für höchste Verschleissfestigkeit zwischen 120 und 250° Celsius (Anspruch 6) und für große Zähigkeit und besonders hohe Dauerfestigkeit zwischen 250 und 600° Celsius (Anspruch 7).

**[0009]** Die geringe Verzugsgefahr hat noch einen besonderen Vorteil: das Werkstück von dem ausgegangen wird besteht aus Sphäroguss und kann bereits bis zu seiner endgültigen Form bearbeitet sein (Anspruch 8), was bei dem gewöhnlichen Sphäroguss, also dem unlegierten Ausgangsmaterial besonders leicht und schnell geht (Anspruch 9).

**[0010]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann von gewöhnlichem Sphäroguss (z.B. nach DIN EN 1563) ausgehen (Anspruch 9), der keine besonderen Zusatzelemente enthält. Darüber hinaus können in Weiterbildung der Erfindung die Eigenschaften des Werkstückes durch eine modifizierte Zusammensetzung noch weiter verbessert werden. Ein so verbessertes Ausgangsmaterial enthält nebst dem Eisen 2,8 bis 3,6 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 2,7 bis 4,0 Gewichtsprozent Silizium, Rest unvermeidliche Verunreinigungen und in gewöhnlichem Sphäroguss vorhandene Beimengungen (Anspruch 10). Dabei sind die Eckwerte der Bereiche von Kohlenstoff und Silizium einander kreuzweise zuzuordnen: Zum höheren Kohlenstoffgehalt gehört der tiefere Siliziumgehalt und vice versa, sodass sich entsprechend dem Kohlenstoffäquivalent eine Zusammensetzung leicht über oder unter der eutektischen einstellt.

**[0011]** Der erhöhte Kohlenstoffgehalt ist wegen der höheren Austenitisierungstemperatur möglich. Der erhöhte Siliziumgehalt vermeidet Karbidbildung beim Bainitisieren. Eine bereits in gewöhnlichem Sphäroguss vorhandene Beimengung ist etwa Magnesium, von dem erfahrungsgemäß 0,03 bis 0,06 Gewichtsprozent genügen, um den Kohlenstoff in sphärische Form zu bringen. Besonders gute Werte wurden erzielt, wenn das Werkstück 3,1 bis 3,5 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 3,0 bis 3,5 Gewichtsprozent Silizium enthält (Anspruch 11).

**[0012]** Enthält das Werkstück weiters 0,03 bis 0,06 Gewichtsprozent Kalzium und/oder Cer (Anspruch 12), so werden die Kügelchen aus Kugelgraphit und die Abstände zwischen ihnen besonders klein. Das ergibt ein besonders feines und gleichmäßiges Gefüge. Soll zusätzlich zu den bereits erheblich verbesserten mechanischen Eigenschaften auch noch die statische Streck-

grenze besonders hoch sein, kann das Werkstück schließlich doch noch 0,2 bis 0,6 Gewichtsprozent Nickel enthalten (Anspruch 13), aus Kostengründen vorzugsweise 0,2 bis 0,35.

**[0013]** Im folgenden wird die Erfindung anhand von Abbildungen beschrieben und erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1: Ein erfindungsgemäßes Werkstück als Beispiel,

10 Fig. 2: das erfindungsgemäße Verfahren im ZTU - Schaubild,

Fig. 3: das erfindungsgemäß erzielte Gefüge im Schliffbild,

15 Fig. 4: einen Vergleich der Festigkeitseigenschaften des neuen Werkstoffes mit dem Stand der Technik,

Fig. 5: ein Schaubild der beim Bainitisieren einstellbaren Härte.

20 **[0014]** Als Beispiel wird die Herstellung eines erfindungsgemäßen Werkstückes beschrieben. Es kann sich um eine Kurbelwelle, Nockenwelle oder Ausgleichswelle eines Verbrennungsmotors, um Zahnräder, Kurvenscheiben, Teile einer Werkzeugmaschine, oder hoch beanspruchte Gehäuse- oder Fahrwerksteile eines Kraftfahrzeuges handeln. So hergestellte Teile können geschmiedete, einsatzgehärtete, nitrierte, anders gehärtete oder vergütete Teile oder solche aus einem Werkstoff nach dem Stand der Technik ersetzen.

25 **[0015]** Fig. 1 zeigt beispielsweise eine Ausgleichswelle mit Zahnrad. Sie besteht aus einer Welle 1, einem mit ihr einstückigen Zahnrad und aus den Lagerflächen 3,4. Das Werkstück in seiner Ausgangsform wird durch Giessen als Sphäroguss in Form gebracht. Dann wird das Zahnrad 2 und werden die Lagerflächen 3,4 bearbeitet, was wegen der guten Zerspannbarkeit in diesem Zustand sehr leicht und schnell geht. Wenn die bekannte Volumszunahme beim Bainitisieren berücksichtigt wird, kann das gegossene Werkstück bereits die - entsprechend vorgehaltene - Endform haben, einschließlich einer gröberen Verzahnung. Günstigstenfalls ist dann nach der Wärmebehandlung, dem Bainitisieren, überhaupt keine mechanische Bearbeitung mehr nötig.

30 **[0016]** Der Sphäroguss ist entweder ein erfindungsgemäß wärmebehandelter gewöhnlicher Sphäroguss nach DIN EN 1563 oder ein erfindungsgemäß modifizierter und behandelter Sphäroguss. Ein solcher entsteht durch Hinzufügen weiterer Elemente (Ca, Ce, Ni) oder durch Erweiterung der Prozentbereiche von Kohlenstoff und Silizium. Es folgen typische Analysen konkreter Beispiele beider:

55

Beispiel 1: Gewöhnlicher Sphäroguss**[0017]**

C = 3,74 %	Ni = 0,0 %
Si = 2,83 %	Mg = 0,056 %
Mn = 0,2 %	

**[0018]** Rest Fe und unvermeidliche Beimengungen.Beispiel 2 : modifizierter Sphäroguss**[0019]**

C = 3,33 %	Mg = 0,031 %
Si = 3,77 %	Ca = 0,04 %
Mn = 0,11 %	Ce = 0,03 %
Ni = 0,29 %	

**[0020]** Rest Fe und unvermeidliche Beimengungen.

**[0021]** Werkstücke mit diesen beiden Analysen wurden dann der erfindungsgemäßen aus zwei Phasen bestehenden thermischen Behandlung unterzogen, die wie das konventionelle Einsatzhärten in herkömmlichen Kammeröfen oder Durchstoßöfen erfolgen kann. Besondere Metall- oder Salzbad sind nicht erforderlich.

**[0022]** Im ZTU - Schaubild der **Fig. 2** ist auf der Ordinate die Zeit und auf der Abszisse die Temperatur aufgetragen. Die den verschiedenen Gefügestrukturen zugeordneten Felder sind mit A (=Austenit), B (=Bainit), F (=Ferrit), M (=Martensit), P (=Perlit) und mit  $M_s$  (=Martensitstartlinie) bezeichnet. Die Bainitisierung nach dem Stand der Technik erfolgt entlang der strichlierten Kurven a, b und c.

**[0023]** Erfindungsgemäß wird das Werkstück aus gewöhnlichem oder verbessertem Sphäroguss zur Austenitierung zunächst auf 1000° Celsius erhitzt, um eine oberflächliche Entkohlung zu verhindern in mit Kohlenstoff angereicherter Atmosphäre. Durch die erhöhte Temperatur geht der erhöhte Kohlenstoffanteil großteils in Lösung. Deren Wirkung ist durch ein Zahlenbeispiel darzutun, das (nach Darwish und Elliott) den Kohlenstoffgehalt  $C_y$  im so gebildeten Austenit für dasselbe Werkstück vergleicht: Bei 900° Celsius und einer Verweilzeit von 330 Minuten  $C_y = 1,27 \%$ , Bei 1000° Celsius und einer Verweilzeit von 60 Minuten  $C_y = 1,16 \%$ , Bei 1050° Celsius und einer Verweilzeit von 60 Minuten  $C_y = 1,32 \%$ . Dem gemäß wird das beispielsweise Werkstück 0,2 bis 2 Stunden auf einer Temperatur von 1050° Celsius gehalten.

**[0024]** In der Folge wird es beschleunigt, aber zur Vermeidung von Verzug des Werkstückes nicht zu schnell, auf Raumtemperatur abgekühlt, entsprechend der Kurve 7, bis zum Punkt 8. Man sieht dass sie weit an der "Perlit-Nase", die unbedingt zu meiden ist, aber sehr nahe an der "Bainit-Nase" B vorbeiführt, bis zu einer Linie

$M_{s-neu}$ , die wegen dem bei der höheren Austenitierungstemperatur höheren Gehalt an Kohlenstoff tiefer liegt. Wegen der tiefen Linie  $M_{s-neu}$  ist der Martensitgehalt und daher auch die Versprödung sehr gering. Dazu trägt auch der Gehalt an Restaustenit bei, der eine duktile Matrix bildet. Das Abkühlen erfolgt je nach Umständen und Größe des Werkstückes durch Öl- oder Hochdruckgas.

**[0025]** Schließlich folgt die Bainitisierung durch Anlassen auf 120 bis 600° Celsius und während 0,5 bis 4 Stunden. Die Temperatur richtet sich nach den geforderten mechanischen und technologischen Eigenschaften (Härte, Zähigkeit, Dauerfestigkeit, Zugfestigkeit, etc), die Zeitdauer hängt vorwiegend von dem Verhältnis Masse zu Oberfläche des Werkstückes ab. In **Fig. 2** sind zwei beispielsweise Verläufe eingezeichnet. Die trapezförmige Kurve 9 zeigt den Temperaturverlauf beim Bainitisieren auf 300°C, Kurve 10 den beim Bainitisieren auf 530°C.

**[0026]** Die mechanischen Eigenschaften eines nach der Kurve 9 bei 300°C behandelten Werkstückes sind hohe Verschleißfestigkeit durch harte Oberfläche (z.B. 56 HRC) bei mäßiger Bruchdehnung. Ein nach der Kurve 10 bei 530°C behandeltes Werkstück zeigt etwa die doppelte Dauerfestigkeit eines Sphäroguss nach dem Stand der Technik (DIN EN 1563), eine hohe Kernfestigkeit, wegen des kleineren Elastizitätsmoduls ein sehr hohes Geräuschdämpfungsvermögen und wegen der sehr kleinen Kohlenstofflügelchen (Sphärolithen) kaum Kerbwirkung und daher hohe Bruchzähigkeit, geringeres Gewicht (Dichte 7,1 g/cm<sup>3</sup>, gegenüber 7,85 von Stahl), gute Gießbarkeit und einen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der dem von Aluminium sehr nahe kommt. Wegen des Wärmeausdehnungskoeffizienten aufgrund des Geräuschdämpfungsvermögens ideal geeignet für Zahnräder und Wellen, die in einem Leichtmetallgehäuse laufen.

**[0027]** **Fig. 5** zeigt schließlich noch den Zusammenhang zwischen der Anlasstemperatur = Bainitierungstemperatur und der damit eingestellten Oberflächenhärte (HB). Wie zu erwarten sinkt die Härte mit der Anlasstemperatur.

**[0028]** Das dabei entstehende Gefüge ist in **Fig. 3** stark vergrößert abgebildet. Es ist eine sehr feine Mischung (im Bild grau) aus Austenit und Bainit, mit nur wenigen Martensit - Nadeln (im Bild weiß) und sehr kleinen Graphitkügelchen (im Bild schwarz).

**[0029]** Zum Vergleich sind die Eigenschaften Bruchdehnung und Zugfestigkeit verschiedener Werkstoffe in **Fig. 4** einander gegenübergestellt, erstere auf der Ordinate und zweitere auf der Abszisse. Das Feld A entspricht dem bainitischem Sphäroguss nach dem Stand der Technik, B geschmiedetem legiertem Stahl, C geschmiedetem unlegiertem Stahl, D gewöhnlichem Sphäroguss und E einem erfindungsgemäß bainitisierten Sphäroguss.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Herstellung eines Werkstückes aus bainitischem Sphäroguss mit Kugelgraphit ausgehend von einem Werkstück aus Sphäroguss durch Austenitisieren und nachfolgendes Bainitisieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** in folgenden Schritten vorgegangen wird:
- a) Austenitisieren bei einer Temperatur von 950 bis 1100° Celsius in einer C-haltigen Atmosphäre,
- b) dann Abkühlen auf Raumtemperatur, und schließlich
- c) Bainitisieren durch Erwärmen auf eine Anlasstemperatur von 120 bis 600° Celsius.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Austenitisieren gemäß a) eine Verweildauer von 0,2 bis 6 Stunden in einer Atmosphäre von 0,35 bis 1,2 Gewichtsprozent Kohlenstoff gehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abkühlen auf Raumtemperatur gemäß b) mit einer derart gewählten Geschwindigkeit erfolgt, dass die Abkühlkurve (7) im Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild (Fig.2) die "Perlitnase" (P) gerade nicht berührt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Abkühlen auf Raumtemperatur gemäß b) mit einer so gewählten Geschwindigkeit erfolgt, dass die Abkühlkurve (7) im Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubild (Fig.2) die "Bainitnase" (B) gerade nicht berührt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Bainitisieren gemäß c) während 0,5 bis 4 Stunden bei einer Temperatur von 120 bis 600° Celsius die Festigkeitseigenschaften eingestellt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Bainitisieren gemäß c) bei einer Temperatur von 120 bis 250° Celsius erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch das Bainitisieren gemäß c) bei einer Temperatur von 250 bis 600° Celsius erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück von dem ausgegangen wird, bereits bearbeitet ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Werkstück, von dem ausgegangen wird, aus gewöhnlichem Sphäroguss besteht.
10. Werkstück aus Sphäroguss, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nebst dem Eisen 2,8 bis 3,6 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 2,7 bis 4,0 Gewichtsprozent Silizium, Rest unvermeidliche Verunreinigungen und in gewöhnlichem Sphäroguss vorhandene Beimengungen enthält.
11. Werkstück nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es 3,1 bis 3,5 Gewichtsprozent Kohlenstoff und 3,0 bis 3,5 Gewichtsprozent Silizium enthält.
12. Werkstück nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiters 0,03 bis 0,06 Gewichtsprozent Kalzium und/oder Cer enthält.
13. Werkstück nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** es weiters 0,2 bis 0,6 Gewichtsprozent Nickel enthält.

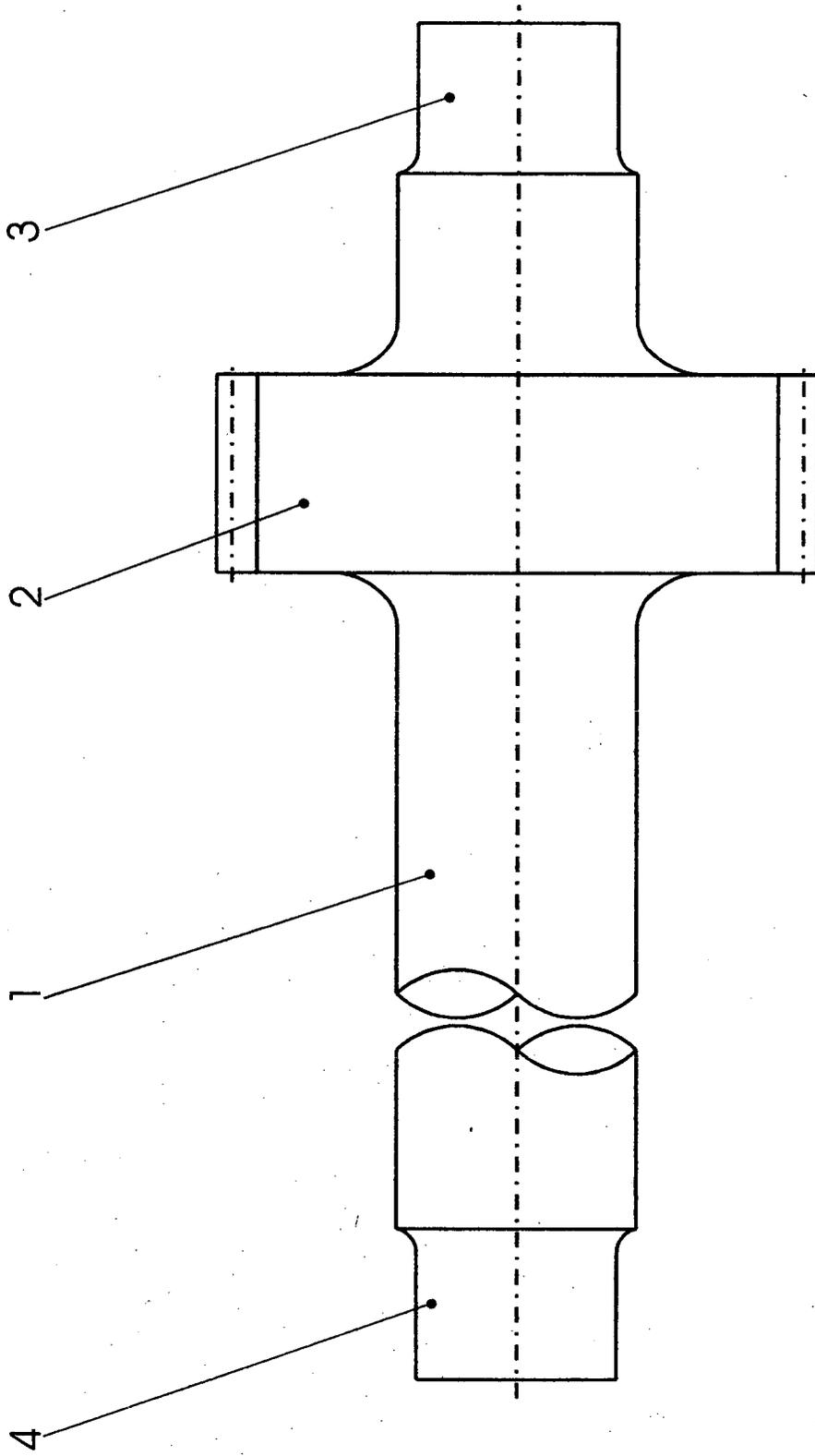


Fig. 1

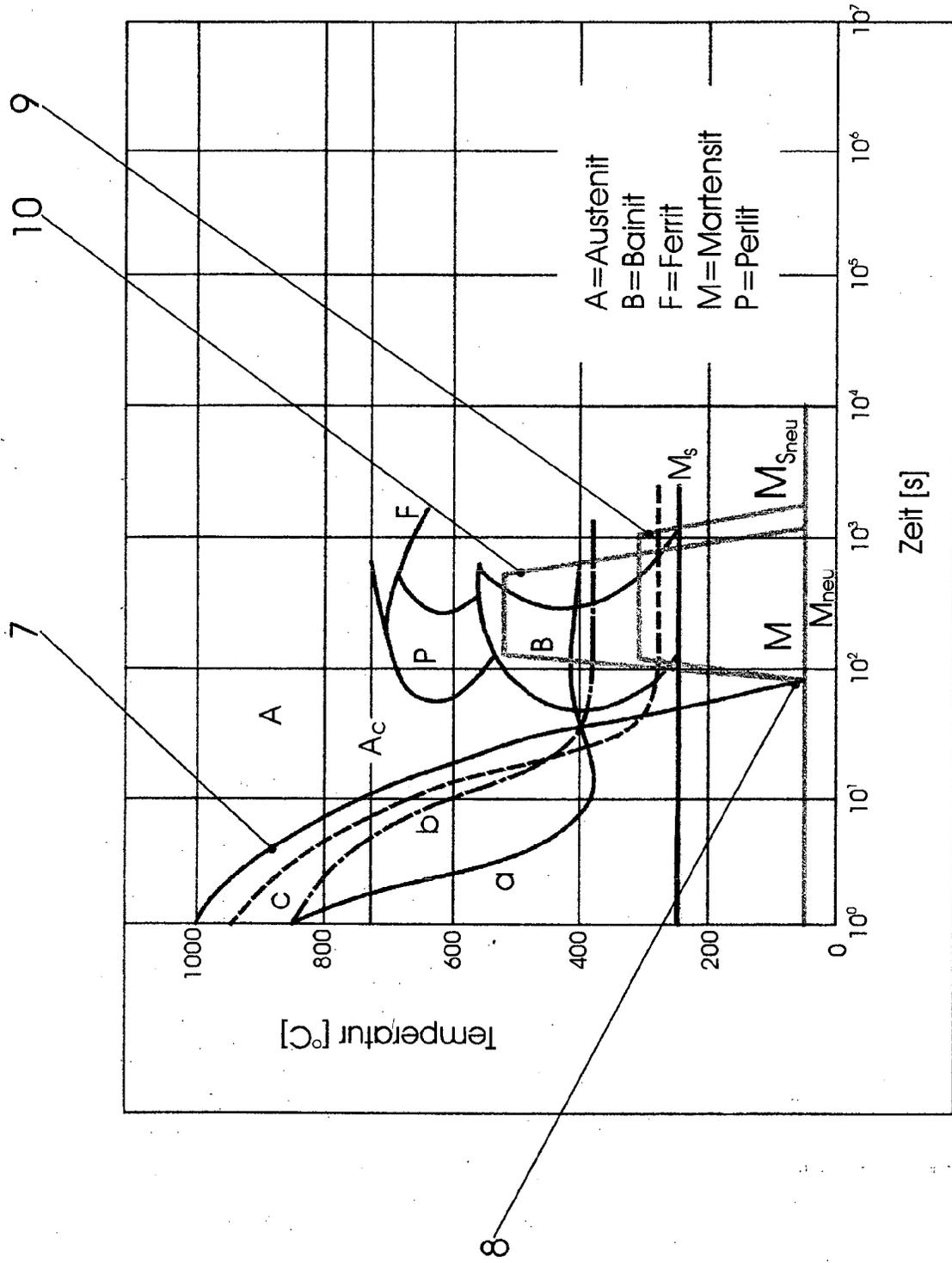


Fig. 2



Fig. 3

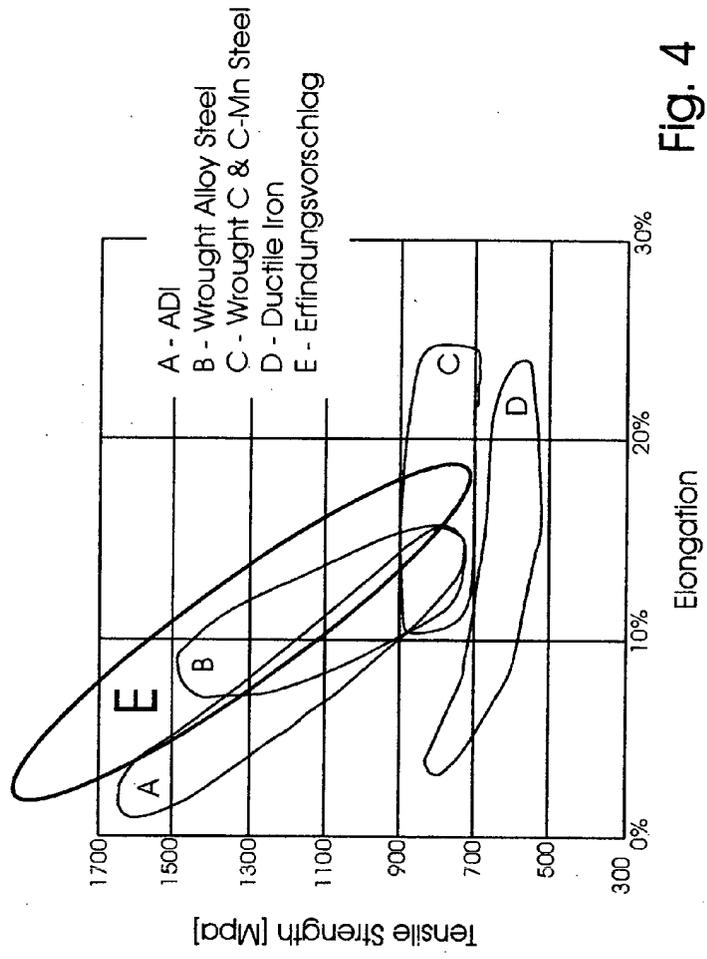


Fig. 4

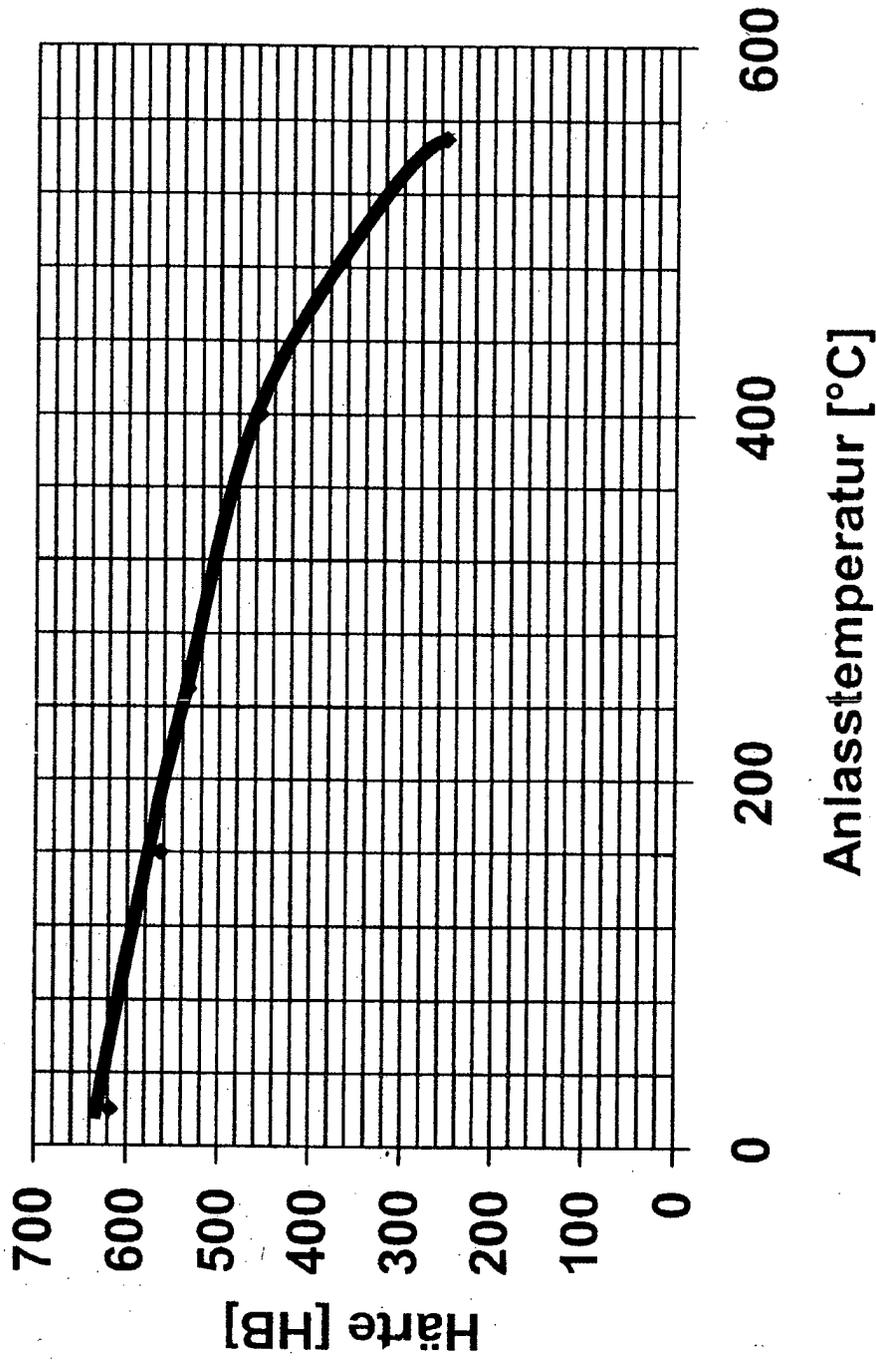


Fig. 5



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	DE 24 28 822 A1 (GOETZWERKE FRIEDRICH GOETZE AG, 5673 BURSCHEID) 2. Januar 1976 (1976-01-02) * Anspruch 8; Abbildung 3 * -----	1,10	C21D5/00 C22C37/04
X	US 3 702 269 A (NATHAN LEWIS CHURCH) 7. November 1972 (1972-11-07) * Spalte 2 - Spalte 3 * -----	1	
X	DE 101 01 159 A1 (SIEMPELKAMP GIESSEREI GMBH & CO. KG) 25. Juli 2002 (2002-07-25) * das ganze Dokument * -----	10-13	
X	WO 03/057937 A (GEORG FISCHER FAHRZEUGTECHNIK AG; MENK, WERNER) 17. Juli 2003 (2003-07-17) * Ansprüche * -----	10	
A	EP 1 384 794 A (ERRE-VIS S.P.A) 28. Januar 2004 (2004-01-28) -----		
A	EP 0 622 466 A (MERCEDES-BENZ AG) 2. November 1994 (1994-11-02) -----		RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 023 (C-325), 29. Januar 1986 (1986-01-29) & JP 60 177125 A (TOYOTA JIDOSHA KK), 11. September 1985 (1985-09-11) * Zusammenfassung * -----		C21D C22C
A	LIESENBERG O ET AL: "HOCHFESTES GUBEISEN MIT KUGELGRAPHIT AUF DER GRUNDLAGE VON VERGUETUNGS UND BAINITISCHEN GUBGEFUEGEN" GIESSEREITECHNIK, LEIPZIG, DE, Bd. 26, Nr. 12, 1980, Seiten 359-363, XP000934042 ISSN: 0016-9803 * Abbildung 2 * -----	1	
1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Forscherort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 7. Juni 2005	Prüfer Mollet, G
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03/02 (FOAC03)

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

EP 05 45 0027

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

07-06-2005

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2428822 A1	02-01-1976	BR 7503563 A	29-06-1976
		FR 2274702 A1	09-01-1976
		GB 1500766 A	08-02-1978
		IT 1037650 B	20-11-1979
		SE 7506830 A	15-12-1975
US 3702269 A	07-11-1972	CA 936720 A1	13-11-1973
DE 10101159 A1	25-07-2002	KEINE	
WO 03057937 A	17-07-2003	DE 10201218 A1	24-07-2003
		AU 2002358642 A1	24-07-2003
		CN 1496418 A	12-05-2004
		WO 03057937 A1	17-07-2003
		EP 1468126 A1	20-10-2004
		US 2004091382 A1	13-05-2004
EP 1384794 A	28-01-2004	IT M120021670 A1	26-01-2004
		EP 1384794 A1	28-01-2004
		US 2004071584 A1	15-04-2004
EP 0622466 A	02-11-1994	DE 4313569 C1	26-05-1994
		EP 0622466 A1	02-11-1994
JP 60177125 A	11-09-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

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