

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 892 078 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.01.1999 Patentblatt 1999/03

(51) Int. Cl.⁶: **C22C 37/00**, F28D 17/00,
C21B 9/00

(21) Anmeldenummer: 97112351.8

(22) Anmeldetag: 18.07.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(71) Anmelder:
**Didier-M & P Energietechnik GmbH
55252 Mainz-Kastel (DE)**

(72) Erfinder:
• **Biegus, Christian, Dr.**
47300 Petaling Jaya Salangor Darul Ehsan (MY)
• **Braun, Kurt**
55271 Stadecken-Elsheim (DE)

• **Bühler, Hans-Eugen, Prof. Dr.**
61462 Königstein (DE)
• **Krone, Teodor, Dr.**
65307 Bad Schwalbach (DE)
• **Bleck, Wolfgang, Prof. Dr.**
52072 Aachen (DE)
• **Brand, Ulrich, Jobst**
52379 Langerwehe (DE)

(74) Vertreter:
Brückner, Raimund, Dipl.-Ing.
Didier-Werke AG
Abraham-Lincoln-Strasse 1
65189 Wiesbaden (DE)

(54) Gitterrost für einen Winderhitzer

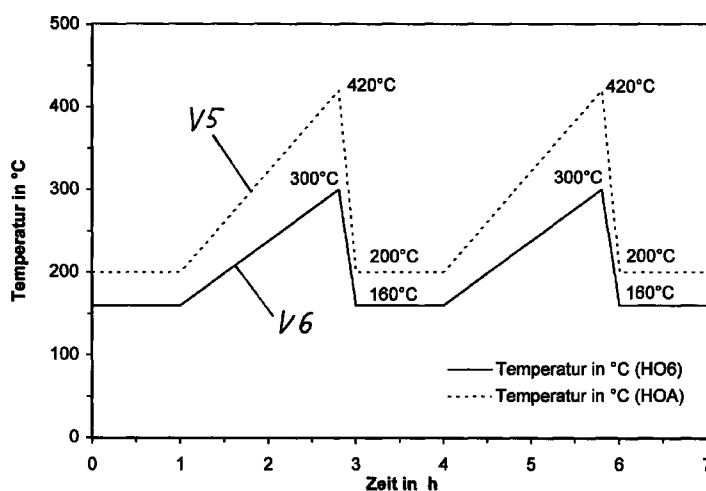
(57) Es wird ein Gitterrost für einen Winderhitzer beschrieben, der aus einem Gußwerkstoff besteht, welcher

- ein lineares Ausdehnungsverhalten und keine nennenswerten Gefügeveränderungen im Bereich zwischen 20 und 600°C zeigt;

- eine Festigkeit von mehr als 240 MPa (gemessen nach DIN 1691) bei einer Temperatur von 600°C und

- eine Zähigkeit mit einer Dehnrage von mehr als 10% aufweist.

Fig. 1



EP 0 892 078 A1

Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein Gitterrost für einen Winderhitzer, der aus einem gut bearbeitbaren Gußwerkstoff besteht, welcher einen Langzeiteinsatz bei erhöhten Abgastemperaturen am Gitterrost bis zu 600°C erlaubt, ohne daß beim Dauerbetrieb über einen Zeitraum von 20 Jahren ein Werkstoffversagen zu befürchten ist.

Gitterroste aus Gußwerkstoffen dienen in Winderhitzern in den Gitterschächten als Tragekonstruktion für den Besatz, also für die zur regenerativen Wärmespeicherung eingebrachten Speichersteine in Anlagen mit innenstehendem oder außenliegendem Brennschacht.

Es ist bekannt, daß in modernen Anlagen mit Gas- und Luftvorwärmung die Gitterroste Temperaturen bis zu 450°C ausgesetzt sind. Noch höhere Anwendungstemperaturen von bis zu 600°C würden es ermöglichen, die Besatzvolumina zu verringern, die Vorwärmanlagen besser zu nutzen und somit den Gesamtwirkungsgrad einer Winderhitzeranlage unter gleichzeitiger Verringerung der Baugröße um bis zu 20% zu erhöhen. Anwendungstemperaturen von bis zu 600°C werden aber von der bisher zur Herstellung von Gitterrosten verwendeten Gußwerkstoffen der Grundzusammensetzung eines GG25, also eines Graugusses mit lamellarem Graphit

und einer chemischen Zusammensetzung von etwa 3,3 Gewichtsprozent Kohlenstoff, ca. 0,6 Gewichtsprozent Mangan, 1,8 bis 2 Gewichtsprozent Silicium und außerdem einem Chromgehalt von etwa 0,7 Gewichtsprozent im Langzeiteinsatz nicht ausgehalten.

Es stellte sich deshalb die Aufgabe, einen Gitterrost für einen Winderhitzer zu entwickeln, der aus einem kostengünstig herstellbaren Gußwerkstoff besteht, der einen Langzeiteinsatz bei erhöhten Abgastemperaturen von bis zu 600°C erlaubt, ohne daß ein Werkstoffversagen zu befürchten ist.

Gelöst wird diese Aufgabe durch einen Gitterrost für einen Winderhitzer, der aus einem Gußwerkstoff besteht, der

- ein lineares Ausdehnungsverhalten und keine nennenswerten Gefügeveränderungen im Bereich zwischen 20 und 600°C zeigt;
- eine Festigkeit von mehr als 240 MPa (gemessen nach DIN 1691) bei einer Temperatur von 600°C und
- eine Zähigkeit mit einer Dehnrage von mehr als 10% aufweist.

Ein diesen Anforderungen entsprechender Gußwerkstoff ist ein von bainitischen Gefügeanteilen freier Werkstoff der Grundzusammensetzung eines GGG50 mit ferritisch-perlitischer Matrix und vermikular ausgebildetem Graphit, also einer Übergangsform zwischen Lamellen- und Kugelgraphit. Ein Gußwerkstoff mit Vermikulargraphit verbindet die guten Festigkeitseigenschaften des lamellaren Graphitgusses mit den besseren Zähigkeitseigenschaften und der höheren Temperaturbeständigkeit eines GGG-Werkstoffes.

Ein weiterer Gußwerkstoff, der für einen Gitterrost in einem Winderhitzer bei Temperaturen bis zu 600°C eingesetzt werden kann, besteht aus einem perlitisch-ledeburitischen Gußwerkstoff mit lamellarer Graphitstruktur und einem Gehalt von

- 0,6 bis 1,0 Gewichtsprozent Chrom,
- 0,8 bis 1,5 Gewichtsprozent Nickel und
- 0,4 bis 0,7 Gewichtsprozent Molybdän,

wobei die Gesamtmenge von Chrom, Nickel und Molybdän zwischen 1,8 und 3,2 Gewichtsprozent des Gußwerkstoffes beträgt.

Die vorstehend genannten Gußwerkstoffe wurden einerseits mit einem konventionellen, chromlegierten, eine lamellare Graphitstruktur zeigenden GG25, also einem Standardwerkstoff für Gitterroste (V1), andererseits aber auch mit Probestäben von Gitterrosten aus den Winderhitzeranlagen des Hochofens 6 der Thyssen Stahl AG (V5) und mit Proben aus dem Gitterrost des Winderhitzers A1 des Hochofens A der Preussag Stahl AG (V6) verglichen. Der Gitterrost der Winderhitzeranlage des Hochofens 6 der Thyssen Stahl AG ist bereits seit ungefähr 30 Jahren in Betrieb. Der Hochofen A der Preussag Stahl AG wurde 1981 erbaut, wobei der Winderhitzer zunächst ohne Luftvorwärmung in Betrieb genommen und seit 1986 nach Installation einer Wärmerückgewinnungsanlage mit Abgastemperaturen um 400°C betrieben wurde. Bei dem Gitterrost aus der Winderhitzeranlage des Hochofens 6 der Thyssen Stahl AG (V5) handelt es sich um einen unlegierten Grauguß, der der Zusammensetzung eines GG25 entspricht. Der Gitterrost aus der Winderhitzeranlage des Hochofens A der Preussag Stahl AG (V6) ist in seiner chemischen Zusammensetzung mit dem legierten GG25 (V1) vergleichbar.

Die vorstehend genannten Gußwerkstoffe wurden darüber hinaus auch noch mit einem Werkstoff der Grundzusammensetzung eines GGG60 mit perlitisch-bainitischer Grundmatrix (V3) verglichen.

Die chemischen Zusammensetzungen der untersuchten Gitterrostwerkstoffe sind der folgenden Tabelle 1 zu ent-

nehmen:

**Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung der untersuchten Grauguß-
Werkstoffe**

Werkstoff	Elemente in Gewichtsprozent								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu
V1	3,32	1,90	0,63	0,07	0,07	0,73	0,11	0,03	0,12
V2	3,16	1,90	0,62	0,07	0,06	0,86	1,00	0,51	0,12
V3	3,48	2,00	0,20	0,04	0,01	-	1,00	0,30	1,09
V4	3,40	2,70	0,90	0,05	0,03	0,50	0,60	0,10	0,15
V5	3,26	1,57	0,52	0,09	0,09	0,03	-	-	-
V6	3,20	1,99	0,75	0,16	0,09	0,59	0,06	0,01	0,07

Die Eigenschaften der untersuchten Gußwerkstoffe sind in den Diagrammen der beiliegenden Fig. 1 bis 3 dargestellt. Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung der Temperaturprofile der Gitterroste des

Winderhitzers A1 des Hochofens A der Preussag Stahl AG und der Winderhitzer des Hochofens 6 der Thyssen Stahl AG. Dargestellt ist der zyklische Wechsel der unterschiedlichen maximalen Abgastemperatur.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Warmzugfestigkeit (R_m) in Abhängigkeit von der Temperatur für die Gußwerkstoffe V1, V2, V3 und V4.

Fig. 3 stellt die temperaturabhängige Längenänderung für die Werkstoffe V1, V2, V3 und V4 bei einem gleichgewichtsnahen Aufheizen mit 3°K/min bis zu einer Temperatur von etwa 650°C dar.

Das in Fig. 1 dargestellte Temperaturprofil zeigt den ständigen extremen Temperaturwechsel, denen die aus den Gußwerkstoffen V5 und V6 hergestellten Gitterroste über viele Jahre ausgesetzt waren. Zu der thermischen Belastung kommen enorme statische, mechanische und oxidative Beanspruchungen, die, wenn man 8 bis 10 Temperaturzyklen pro Tag zugrundelegt, sich auf etwa 3.000 Temperaturzyklen pro Jahr belaufen, die bei der von einem Gitterrost geforderten Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren eine niederfrequente Dauerbelastung von weit über 60.000 Temperaturzyklen ergeben.

Fig. 2 zeigt den Verlauf der Warmzugfestigkeit (R_m) in Abhängigkeit von der Prüftemperatur. Dabei zeigen die erfindungsgemäßen Gußwerkstoffe V2 und V4 bei allen Temperaturen höhere Warmzugfestigkeiten als der dem Stand der Technik entsprechende Gußwerkstoff V1 (GG25). Die besonders hohe Warmzugfestigkeit des Gußwerkstoffes V3 kann jedoch aus einem bestimmten Grund nicht genutzt werden, der durch das Diagramm von Fig. 3 deutlich erkennbar wird.

Die in Fig. 3 dargestellte temperaturabhängige Längenänderung zeigt für den Werkstoff V3 im Bereich zwischen 400 und 500°C eine Unstetigkeit, die durch eine Bainitumwandlung zu erklären ist. Die durch die Bainitumwandlung bewirkte Unstetigkeit in der Längenänderung hat zur Folge, daß Gußwerkstoffe mit bainitischen Gefügeanteilen nicht zur Herstellung von Gitterrosten verwendet werden können, weil diese zu Spannungen im Winderhitzer führen könnten, die dessen Stabilität in Frage stellen würde. Deshalb werden zur Herstellung von Gitterrosten für Winderhitzeranlagen nur Gußwerkstoffe verwendet, die ein lineares Ausdehnungsverhalten zeigen, also einen linearen Ausdehnungskoeffizienten haben, und keine nennenswerten Gefügeveränderungen im Bereich zwischen 20 und 600°C zeigen. Das geforderte lineare Ausdehnungsverhalten ist bei den Gußwerkstoffen V1, V2 und V4 vorhanden.

Der konventionelle Gußwerkstoff V1 ist jedoch den erfindungsgemäßen Gußwerkstoffen V2 und V4 unterlegen, weil - wie Fig. 2 zeigt - seine Warmzugfestigkeit, gemessen nach DIN 1691, deutlich unter den Festigkeitswerten von V2 und V4 liegt. Bemerkenswert ist, daß für den Werkstoff V1 ein signifikanter Festigkeitsabfall bei 500°C eintritt, während ein vergleichbarer Festigkeitsabfall bei dem Werkstoff V2 erst ab 600°C zu beobachten ist. Die ermittelten Zugfe-

stigkeiten für die untersuchten Werkstoffe sind in der nachfolgenden Tabelle 2 zusammengestellt:

Tabelle 2: Ermittelte Zugfestigkeiten für die untersuchten Werkstoffe

Temperatur in °C	V1 R _m in MPa	V2 R _m in MPa	V3 R _m in MPa	V4 R _m in MPa	V5 R _m in MPa	V6 R _m in Mpa
RT (DIN 50 109)	257	328	622	480	142	175
200	249	330	511	453	137	144
400	260	296	370	466	131	145
500	244	269	409	374	100	125
550	-	-	390	344	68	-
600	171	241	262	266	-	84
650	132	205	267	207	-	-
700	103	156	-	148	-	46
750	54	85	-	87	-	-
800	-	78	-	-	-	-

Das für die mechanischen Eigenschaften der Graugußwerkstoffe wichtige Umwandlungsverhalten wird durch die Dilatometerkurven von Fig. 3 dargestellt. Die für die untersuchten Legierungen festgestellten Umwandlungstemperaturen und Wärmeausdehnungskoeffizienten sind in Tabelle 3 zusammengefaßt:

Tabelle 3: Ermittelte Umwandlungstemperaturen und Wärmeausdehnungskoeffizienten für die Werkstoffe V1, V2, V3 und V4

Werkstoff	A _{c1} in °C	A _{c3} in °C	Wärmeausdehnungskoeffizienten im Ferrit in µm/m K
GG25-Cr (V1)	783	813	10,8 (≤ 750°C)
GG25-Cr-Ni-Mo (V2)	755	801	10,8 (≤ 750°C)
GGG60 (V3)	714	796	18,3 (≤ 400°C)
GGG50 (V4)	774	839	15,2 (≤ 700°C)

Für die Werkstoffe V1 und V2 mit lamellarer Graphitausbildung wurde ein Audehnungskoeffizient von 10,8 µm/mK ermittelt. Da dem Gefüge ein bedeutender Einfluß auf den Ausdehnungskoeffizienten zukommt, weichen die

gemessenen Werte des perlitisch-bainitischen V3 und auch die des Werkstoffes V4 mit Vermiculargraphit deutlich von diesem Wert ab. Wichtig ist, daß die Umwandlungstemperaturen A_{c1} und A_{c3} der untersuchten Gußwerkstoffe V1, V2 und V4 von der geforderten Einsatztemperatur von 600°C ausreichend weit entfernt liegen, so daß eine Gefügeumwandlung nicht zu erwarten ist. Demgegenüber ist das abweichende Verhalten des Werkstoffes V3 deutlich zu erkennen.

Die untersuchten Gußwerkstoffe zeigen bei metallographischen Untersuchungen folgende Eigenschaften: Während die Gefügeausbildung bei den Werkstoffen V1 und V2 durch die übliche lamellare Graphitanordnung und das perlitisch-ledeburitische Gefüge bestimmt ist, liegt bei dem Werkstoff V4 eine vermiculare Ausbildung des Graphits vor. Die mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen dieser Gefügeausbildung sind zwischen Grauguß und Sphäroguß anzusiedeln. Die Untersuchung des Gußwerkstoffes V4 hat eine 30%-ige sphärolitische Ausbildung ergeben. Seine Matrix ist ferritisch-perlitisch und enthält keine ledeburitischen Anteile mehr. Hingegen weist der Kugelgraphitguß GGG60 (V3) ein bainitisch-perlitisches Gefüge auf, das aus den bereits genannten Gründen zu ungünstigeren mechanischen Eigenschaften führt. Hinzukommt, daß die hohen Festigkeitswerte bei einem perlitisch-bainitischen Gefüge zu Problemen bei der spanenden Verarbeitung führen, so daß dieser Werkstoff für die Herstellung von Gitterrosten in Winderhitzern auch aus diesem Grund als ungeeignet angesehen werden muß.

Entscheidend für die Einsatzmöglichkeiten der neuen Gußwerkstoffe in Gitterrosten für Winderhitzer ist ihr Langzeitverhalten. Eine Untersuchung der im Winderhitzer langjährig eingesetzten Gußwerkstoffe V5 und V6 hat gezeigt, daß nach einer 30-jährigen Betriebszeit bei den in Fig. 1 dargestellten Abgastemperatur-Verläufen der unlegierte Werkstoff V5 im untersuchten Temperaturbereich bis 400°C Festigkeitswerte zwischen 140 MPa und 135 MPa aufweist. Bis 550°C fällt die Festigkeit dann allerdings auf einen Wert um etwa 70 MPa.

Der von der Preussag Stahl AG bezogene chromlegierte Werkstoff V6 zeigt bis zu der maximalen Einsatztemperatur von 420°C Festigkeitswerte zwischen 175 MPa und 145 MPa. Für beide Werkstoffe V5 und V6 konnte nachgewiesen werden, daß sich trotz jahrzehntelangen Einsatzes im betrachteten Temperaturbereich keine nennenswerten Festigkeitseinbußen feststellen ließen. Das ist dadurch zu erklären, daß diese Gußwerkstoffe in dem untersuchten Temperaturbereich keine Gefügeveränderungen erfahren und einen linearen Ausdehnungskoeffizienten zeigen.

Da diese Eigenschaften auch die erfindungsgemäßen Gußwerkstoffe V2 und V4 aufweisen, kann vorhergesagt werden, daß die erfindungsgemäßen neuen Gußwerkstoffe auch nach einer Betriebszeit von 20 Jahren im Winderhitzer bei Temperaturen bis 600°C noch Festigkeitswerte zeigen werden, die 240 MPa nicht unterschreiten. Das bedeutet, daß die geforderten Sicherheitskriterien auch noch nach einer Betriebszeit von 20 Jahren vollkommen erfüllt werden.

Gitterroste werden in der Praxis nicht auf Zug, wohl aber auf Biegung und Druck beansprucht. Trotzdem muß eine hohe Sicherheit gegen Zugbeanspruchung verlangt werden, um die Langzeitstabilität des Bauwerkes Winderhitzer nicht zu gefährden. Die gemessenen Ergebnisse für die Werkstoffe V1, V2 und V4 geben Gewißheit darüber, daß bei der derzeitigen maximalen Einsatztemperatur von 400°C und bei einem Sicherheitsfaktor von 8 in der Auslegung eines Gitterrostes folgende Gewichtseinsparungen gegenüber dem bisher verwendeten Gußwerkstoff GG25 (V1) erzielt werden:

- Bei einem Gitterrost aus dem Gußwerkstoff V2 ist eine 5%-ige Gewichtseinsparung gegenüber dem Gußwerkstoff V1 zu erzielen;
- Bei einem Gitterrost aus dem Gußwerkstoff V4 ist eine 20%-ige Gewichtseinsparung gegenüber dem Gußwerkstoff V1 zu erzielen.

Vergleicht man die zulässigen Spannungen der untersuchten Werkstoffe, dann ergeben sich bei einem Sicherheitsfaktor von 8 folgende zulässige Spannungen:

Tabelle 4

Zulässige Spannungen der untersuchten Gußwerkstoffe bei 400°C	
Gußwerkstoff	Zulässige Spannung
V1	30 MPa
V2	34 MPa
V4	53 MPa

Bezogen auf einen konkreten Winderhitzer mit einem Gitterschachtdurchmesser von 8,5 m, 1.900 t Besatzgewicht und einer Einsatztemperatur von 400°C würde sich beim Einsatz des Werkstoffes V4 verglichen mit dem Werkstoff V1 das Gitterrostgewicht von 89 t auf 71 t verringern. Den Gewichtsrechnungen liegen die festgelegten zulässigen Spannungen zugrunde. Das bedeutet, daß jedes Bauteil des Rostes so dimensioniert ist, daß eine Spannung von 34 MPa (V2) bzw. 53 MPa (V4) nicht überschritten wird.

Für die Auslegungskriterien eines für den Langzeitbetrieb von bis zu 600°C entwickelten Gitterrostes ergeben sich dabei folgende Werte:

Sowohl der Gußwerkstoff V2 als auch der Gußwerkstoff V4 zeigen bei Temperaturen von 600°C Festigkeitswerte, die dem Festigkeitswert des Gußwerkstoffes V1 bei 400°C vergleichbar sind. Bezogen auf die zulässigen Spannungen bei einem Sicherheitsfaktor von etwa 8 ergeben sich bei einer Einsatztemperatur von 600°C folgende zulässige Spannungen:

Tabelle 5: Zulässige Spannung der erfindungsgemäßen Gußwerkstoffe bei 600°C

Gußwerkstoff	Zulässige Spannung
V2	29 MPa
V4	32 MPa

Da diese Spannungen im Bereich der bisher zugrundegelegten 30 MPa liegen, kann mit Sicherheit der Schluß gezogen werden, daß Gitterroste aus diesen Werkstoffen bei erhöhten Einsatztemperaturen in etwa die gleichen Gewichte haben werden, wie die bisherigen Gitterroste aus dem chromlegierten Gußwerkstoff V1.

Die festgelegten zulässigen Spannungen von 30 MPa bei aus dem konventionellen Gußwerkstoff V1 hergestellten Gitterrosten stellen einen Sicherheitswert dar, der sich in den letzten Jahrzehnten bewährt hat. Berücksichtigt man zusätzlich, daß die Auslegung gegen Druck und Biegung mit den Werten der Zugversuche erfolgt, so ergibt sich ein zusätzlicher Sicherheitsfaktor. Dieser liegt bei Druck um einen Faktor 4 und bei Biegung um einen Faktor 2 über dem der Zugfestigkeit. Mit diesen Auslegungswerten ist sichergestellt, daß selbst bei durch Betriebsstörungen hervorgerufenen Erwärmungen des Rostes auf Temperaturen um 650°C keine unmittelbare Gefahr eines mechanischen Versagens besteht.

Die gleichen Sicherheitskriterien auf die erfindungsgemäßen Gußwerkstoffe V2 und V4 angewendet würden bedeuten, daß im Störfall bei Temperaturen von bis zu 750°C noch eine ausreichende mechanische Festigkeit vorhanden ist.

Die erfindungsgemäßen Werkstoffe erlauben somit, im konventionellen Temperaturbereich bis 400°C Gewichtseinsparungen der Gitterroste. Sie ermöglichen aber vor allem, auch Winderhitzer in einem Temperaturbereich bis 600°C zu betreiben, die unter Verringerung der Baugröße durch Energieeinsparung einen höheren Wirkungsgrad erreichen und damit auch eine höhere Umweltverträglichkeit bieten. Damit verbunden sind Werkstoffeinsparungen bis zu 30%, ohne daß der hohe Standard der Sicherheitskriterien beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Gitterrost für einen Winderhitzer,
dadurch gekennzeichnet,

daß er aus einem Gußwerkstoff besteht, der

- ein lineares Ausdehnungsverhalten und keine nennenswerten Gefügeveränderungen im Bereich zwischen 20 und 600°C zeigt;
- eine Festigkeit von mehr als 240 MPa (gemessen nach DIN 1691) bei einer Temperatur von 600°C und
- eine Zähigkeit mit einer Dehnrate von mehr als 10% aufweist.

2. Gitterrost nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Grundgefüge des Gußwerkstoffes frei von bainitischen Gefügeanteilen ist und gleichzeitig eine vermiculare Graphitstruktur aufweist.

3. Gitterrost nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Grundgefüge des Gußwerkstoffes perlitisch-iedeburitisch ist, gleichzeitig eine lamellare Graphitstruktur aufweist und

- 0,6 bis 1,0 Gewichtsprozent Chrom,
- 0,8 bis 1,5 Gewichtsprozent Nickel und
- 0,4 bis 0,7 Gewichtsprozent Molybdän enthält,

wobei die Gesamtmenge von Chrom, Nickel und Molybdän zwischen 1,8 und 3,2 Gewichtsprozent des Gußwerkstoffes beträgt.

Fig. 1

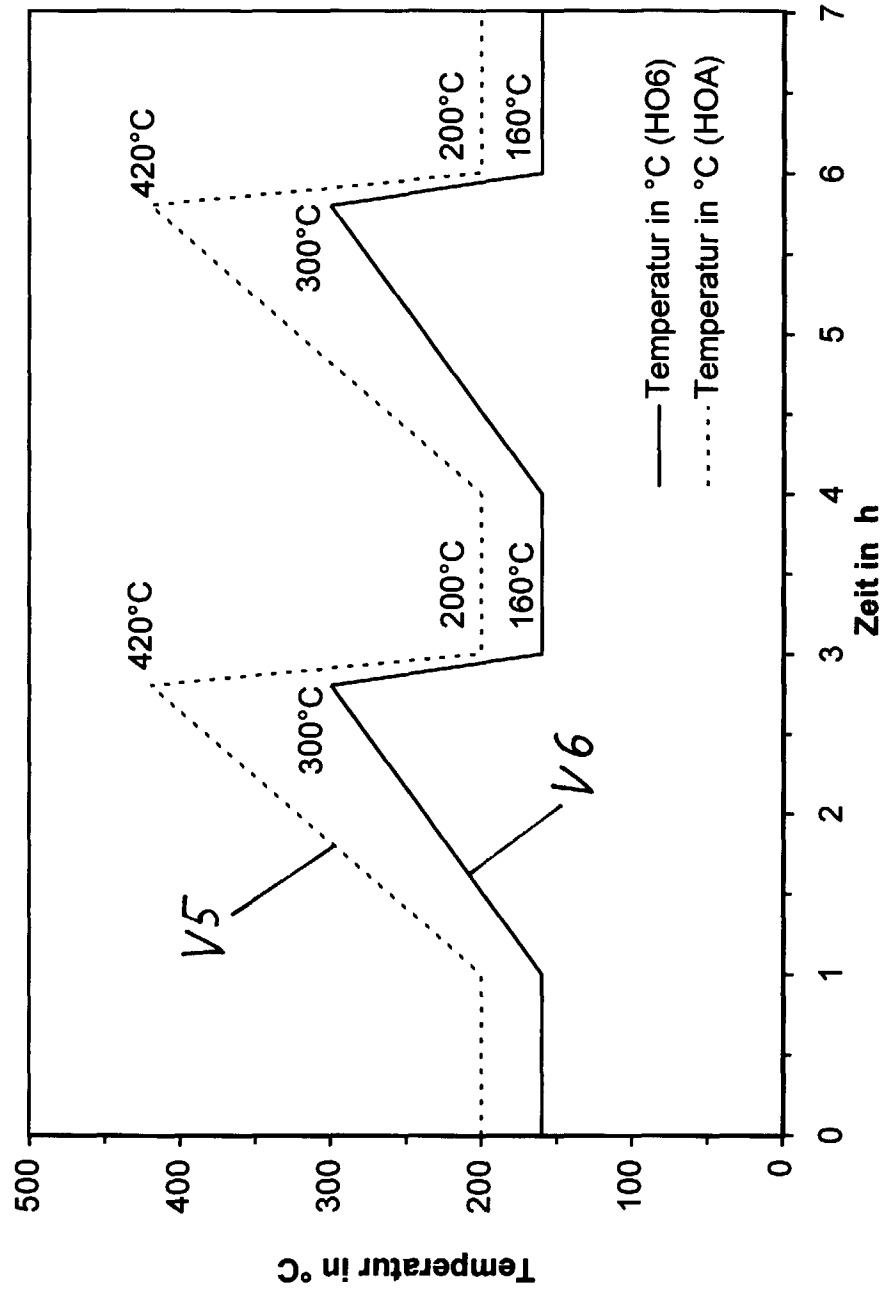


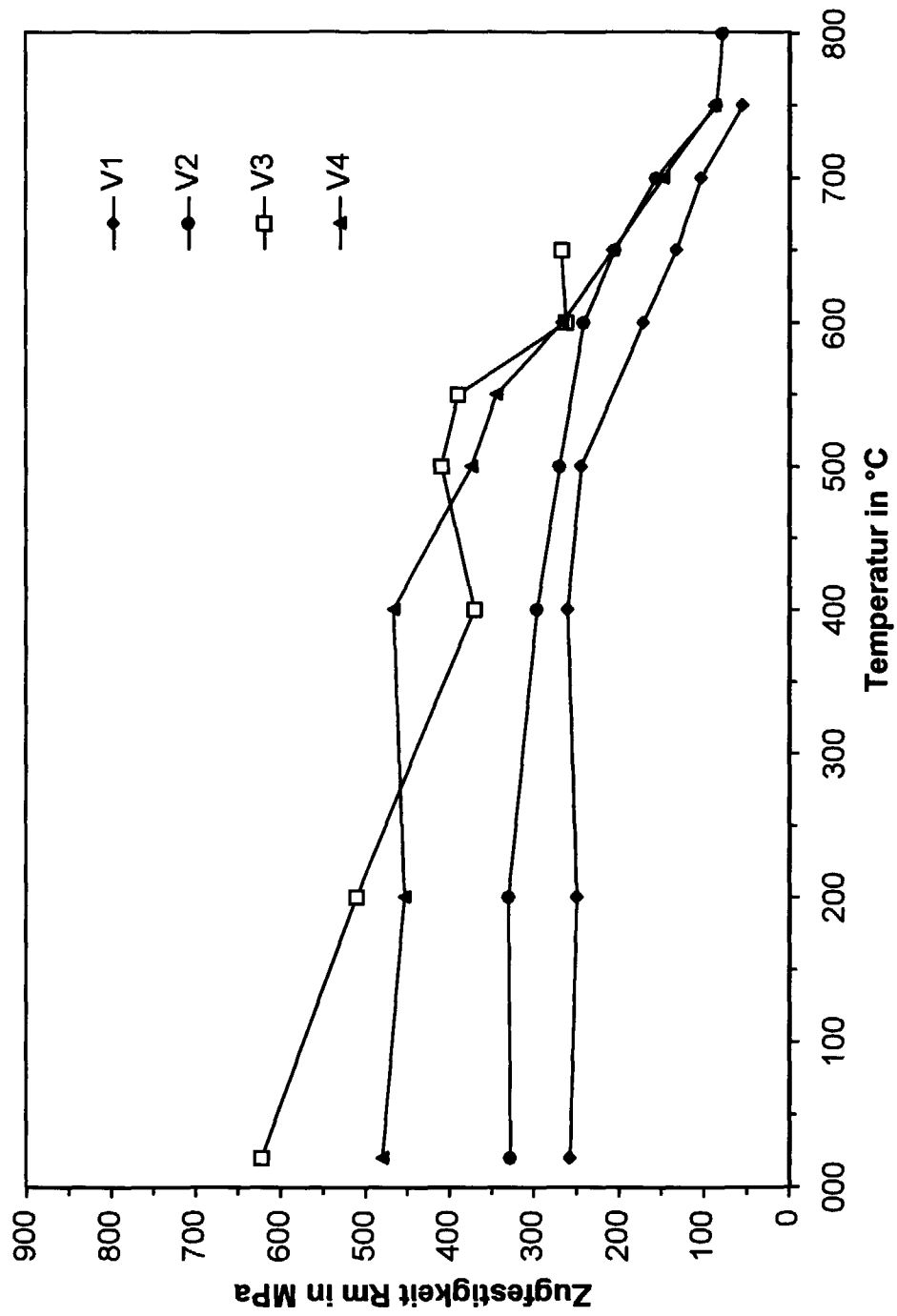
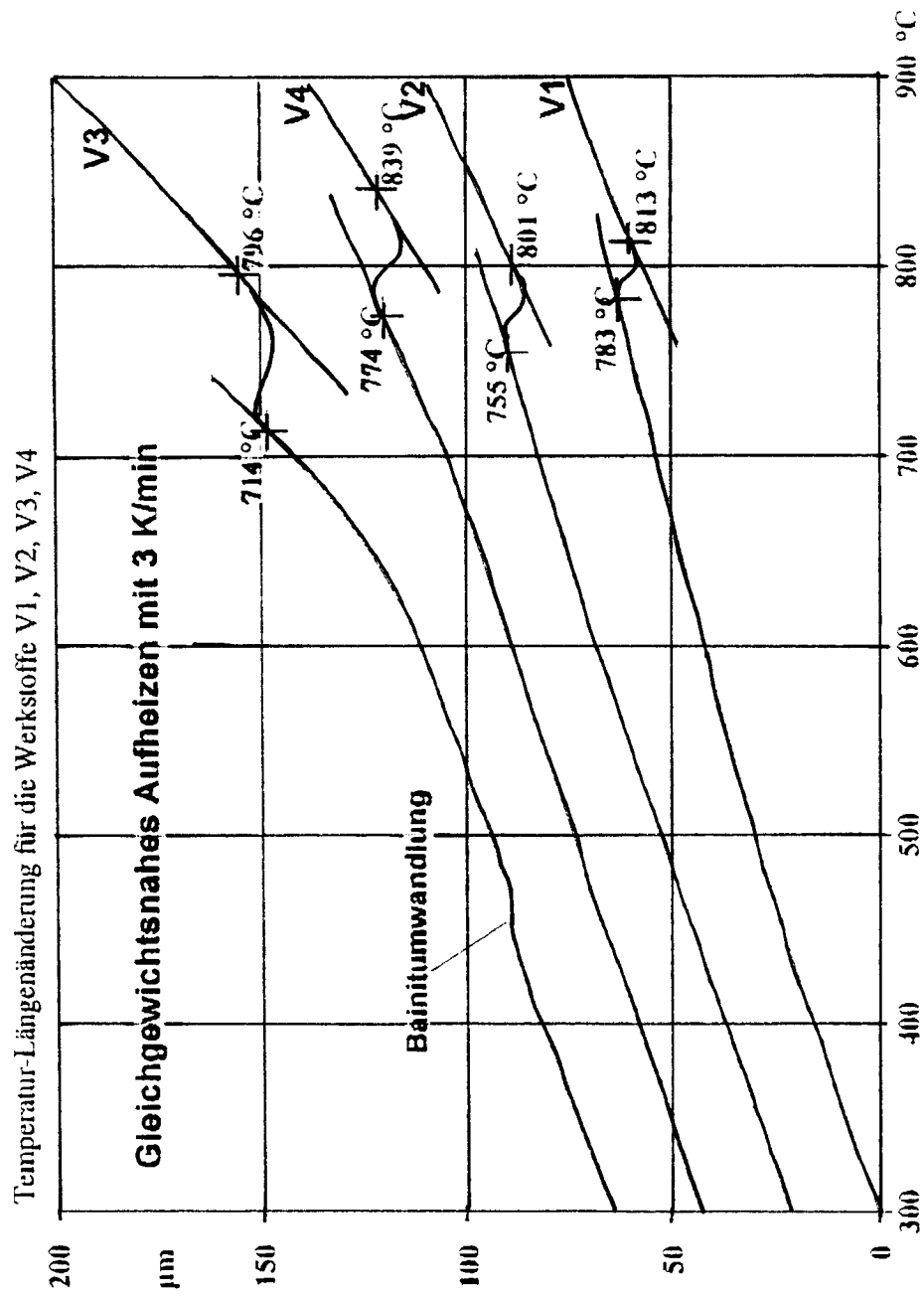
Fig. 2

Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 11 2351

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
Y	GB 1 461 822 A (DIDIER WERKE AG;STEINFURTER EISENWERK GMBH) 19.Januar 1977	1,2	C22C37/00 F28D17/00 C21B9/00
A	*Seite 1, Zeile 28 und Seite 2, Zeile 32*	3	

Y	DE 37 06 516 A (KUEPPER AUGUST GMBH & CO KG) 8.September 1988	1,2	
A	*Ansprüche und Spalte 2, Zeile 20 bis 23 und 49 bis 55*	3	

A	J. R. DAVIS: "Cast Irons " September 1996 , ASM INTERNATIONAL , USA XP002050355 087170 *Physical Properties, Seite 428 bis 433*	1-3	

A	US 4 176 656 A (KOMOROWSKI ALEXANDER F) 4.Dezember 1979	1-3	

A	US 5 052 918 A (FASSBINDER HANS-GEORG) 1.Oktober 1991	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

A	EP 0 534 850 A (FONDERIE CTR TECH IND) 31.März 1993	1-3	C22C F28D C21B

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 16.Dezember 1997	Prüfer Badcock, G
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)