

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 632 139 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94108830.4**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: **C22C 38/22**

22 Anmeldetag: **09.06.94**

30 Priorität: **28.06.93 DE 4321433**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**04.01.95 Patentblatt 95/01**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR IT SE**

71 Anmelder: **Thyssen Stahl Aktiengesellschaft**  
**Kaiser-Wilhelm-Strasse 100**  
**D-47166 Duisburg (DE)**

72 Erfinder: **Haberling, Edmund, Dr.**  
**Hoeninghausstrasse 4**  
**D-47809 Krefeld (DE)**  
Erfinder: **Hellmonds, Hans-Werner**  
**Sonnenschein 19**  
**D-58455 Witten (DE)**

74 Vertreter: **Cohausz & Florack**  
**Patentanwälte**  
**Kanzlerstrasse 8a**  
**D-40472 Düsseldorf (DE)**

54 **Verwendung eines Warmarbeitsstahls.**

57 Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Warmarbeitsstahls für die Urformung, die Umformung und die Bearbeitung von Werkstoffen, z.B. beim Druckgießen, beim Strangpressen bei Gelsenkschmieden oder als Scherenmesser, der bei erhöhten Temperaturen bis 1100 °C eine hohe Wärmeleitfähigkeit von über 35 W/m.K aufweist.

Der Stahl enthält

0,30 bis 0,55 % C

weniger als 0,90 % Si bis 1,0 % Mn

2,0 bis 4,0 % Cr

3,5 bis 7,0 % Mo

0,3 bis 1,5 % insgesamt an V, Ti, Nb

0,005 bis 0,1 % Al.

EP 0 632 139 A1

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Warmarbeitsstahls für die Urformung, die Umformung und die Bearbeitung von Werkstoffen, z.B. beim Druckgießen, beim Strangpressen bei Gesenkschmieden oder als Scherenmesser, der bei erhöhten Temperaturen bis 1100 °C eine hohe Wärmeleitfähigkeit sicherstellt.

Neben einer hohen thermischen Stabilität müssen Warmarbeitswerkzeuge gute Wärmeleitfähigkeit und einen hohen Warmverschleißwiderstand besitzen. Während der Warmverschleißwiderstand das Werkzeug vor einer vorzeitigen Abnutzung schützen soll, ist die Wärmeleitfähigkeit erforderlich, um die bei der Berührung mit dem umzuformenden Werkstoff aufgenommene Wärmemenge rasch von der Werkzeugoberfläche in das Werkzeuginnere abzutransportieren. Bei guter Wärmeleitfähigkeit wird nicht nur eine geringere thermische Beanspruchung der Werkzeugoberfläche erzielt, sondern aufgrund des flacheren Temperaturgradienten im Werkzeug kommt es auch zu geringeren Spannungen, wodurch die Gefahr von Thermoschock- und Spannungsrissen herabgesetzt wird. Eine gute Wärmeleitfähigkeit ermöglicht es ferner, die vom Werkzeug aufgenommene Wärmemenge über die Oberfläche oder mit Hilfe eines Kühlkanalsystems aus dem Werkzeug abzuführen.

Bei der Entwicklung thermisch beständiger und warmverschleißwiderstandsfähiger Warmarbeitswerkzeuge taucht das Problem auf, daß die verhältnismäßig gute Wärmeleitfähigkeit des reinen Eisens mit steigendem Legierungsgehalt rasch abnimmt. Damit weisen gerade die hochlegierten und daher warmverschleißbeständigen Warmarbeitsstähle die geringsten Wärmeleitfähigkeitswerte auf. Der Konstrukteur steht daher vor der Entscheidung, einen Werkstoff mit hohem Verschleißwiderstand aber geringer Wärmeleitfähigkeit einsetzen zu müssen oder zugunsten einer besseren Wärmeleitfähigkeit auf höchsten Warmverschleißwiderstand zu verzichten.

In der Praxis bedeutet dies, daß für Aluminiumdruckgießformen vorwiegend die Warmarbeitsstähle mit 5 % Cr, z.B. der Stahl X 38 CrMoV 5 1, Werkstoff-Nr. 1.2343 mit (in Masse-%) 0,36 bis 0,42 % C, 0,90 bis 1,20 % Si, 0,30 bis 0,50 % Mn, 4,8 bis 5,5 % Cr, 1,1 bis 1,4 % Mo, und 0,25 bis 0,50 % V eingesetzt werden. Diese Stähle weisen aufgrund ihrer abgestimmten Legierungsgehalte an Chrom, Molybdän und Vanadium bereits einen guten Warmverschleißwiderstand auf, sind aber noch nicht so hoch legiert, daß die Wärmeleitfähigkeit wesentlich vermindert wird. Für Gesenke in schnelllaufenden wassergekühlten Schmiedepressen werden dagegen Stähle mit einem auf 3 % abgesenkten Chromgehalt, z.B. der Stahl X 32 Cr MoV 3 3, Werkstoff-Nr. 1.2365 mit (in Masse-%) 0,28 bis 0,35 % C, 0,10 bis 0,40 % Si, 0,15 bis 0,45 % Mn,

2,7 bis 3,2 % Cr, 2,6 bis 3,5 % Mo und 0,40 bis 0,70 % V eingesetzt. Diese Stähle haben die höchste Wärmeleitfähigkeit.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einen Warmarbeitsstahl zu entwickeln, der neben ausreichender thermischer Beständigkeit und gutem Warmverschleißwiderstand eine bessere Wärmeleitfähigkeit aufweist als bekannte Warmarbeitsstähle.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Verwendung eines Stahls mit 0,30 bis 0,55 % C, weniger als 0,90 % Si, bis 1,0 % Mn, 2,0 bis 4,0 % Cr, 3,5 bis 7,0 % Mo, 0,3 bis 1,5 % insgesamt eines oder mehrerer der Elemente Vanadium, Titan, Niob, 0,005 bis 0,1 % Al, Rest Eisen einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen, gelöst. Dieser Stahl hat im vergüteten Zustand zwischen 400 und 600 °C eine Zugfestigkeit von über 700 N/mm<sup>2</sup> und eine Wärmeleitfähigkeit von über 35 W/m.K.

Eine bevorzugte Zusammensetzung des erfindungsgemäß zu verwendenden Stahls besteht aus 0,4 bis 0,5 % C, 0,2 bis 0,4 % Si, 0,2 bis 0,4 % Mn, 2,8 bis 3,2 % Cr, 4,9 bis 5,1 % Mo, 0,9 bis 1,1 % V, 0,005 bis 0,025 % Al, Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen.

Um die hohe Wärmeleitfähigkeit zu gewährleisten, muß der Stahl einen Molybdängehalt von 3,5 bis 7 % besitzen. Die Härtebarkeit wird durch Chromgehalte von mindestens 2 %, höchstens jedoch 4 %, gewährleistet. Bei höheren Chromgehalten tritt eine nennenswerte Verringerung der Wärmeleitfähigkeit ein. Zur Gewährleistung eines hohen Verschleißwiderstandes sind Zusätze der Monocarbidgebildner V, Nb oder Ti einzeln oder in Summe von mindestens 0,3 %, höchstens jedoch 1,5 %, erforderlich. Der Kohlenstoffgehalt ist mit 0,30 und 0,50 % auf den Gehalt an Monocarbidgebildnern abgestimmt.

Die Vergütung erfolgt durch Härten bevorzugt im Bereich von 1000 bis 1100 °C und durch nachfolgendes Anlassen im Bereich von 600 bis 650 °C für 1 bis 2 h. Die günstigsten Härtebedingungen wurden im Bereich von 1050 bis 1075 °C 15 min/Wasser ermittelt. Die Anlaßbeständigkeit ist gut.

Ein innerhalb der beanspruchten Analysengrenzen erzeugter Stahl mit 0,46 % C, 0,21 % Si, 0,31 % Mn, 2,89 % Cr, 5,10 % Mo, 0,006 % Al und 0,91 % V, Rest Fe weist nach Fig. 1 eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als alle bisher bekannten Warmarbeitsstähle, z.B. die in der Stahleinsatzliste 201 des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute von Oktober 1992 aufgeführten Stähle Werkstoff-Nrn. 1.2343 und 1.2365. Im Temperaturbereich von 400 bis 600 °C liegt die Wärmeleitfähigkeit des erfindungsgemäß zu verwendenden Stahls deutlich oberhalb von 35 W/m.K, während die der zum

Vergleich angeführten Stähle 1.2343 und 1.2365 deutlich darunter liegen.

Ferner übertrifft der erfindungsgemäß zu verwendende Stahl wie Fig. 2 zeigt, die herkömmlichen Warmarbeitsstähle auch in der Anlaßbeständigkeit. Die Härte liegt nach dem Anlassen auf 400 bis 600 °C über 55 HRC, bei den bekannten Vergleichsstählen aber deutlich niedriger. 5

Auch die Warmfestigkeit ist gemäß Fig. 3 im genannten Temperaturbereich besser als die der Vergleichstähle und liegt bei 600 °C noch bei 800 N/mm<sup>2</sup> gegenüber 700 N/mm<sup>2</sup> für den Vergleichsstahl 1.2365 und 600 N/mm<sup>2</sup> bei dem Stahl 1.2343. 10

Beim Einsatz als Werkstoff für Schmiedegesenke erwies sich der erfindungsgemäß zu verwendende Stahl gegenüber den bisher verwendeten Stählen auch im Hinblick auf Verschleißwiderstand und Standzeit deutlich überlegen. 15

Der Stahl kann auch als Werkstoff für Lochdorne wegen seiner guten Wärmeleitfähigkeit und seiner günstigen Zunderausbildung beim Lochen hochlegierter Chromstähle erfolgreich eingesetzt werden. 20

## Patentansprüche 25

1. Verwendung eines Warmarbeitsstahls, der im vergüteten Zustand im Temperaturbereich von 400 bis 600 °C eine Zugfestigkeit von über 700 N/mm<sup>2</sup> hat, bestehend aus 30

0,30 bis 0,55 % C

weniger als 0,90 % Si bis 1,0 % Mn

2,0 bis 4,0 % Cr

3,5 bis 7,0 % Mo

0,3 bis 1,5 % insgesamt eines oder mehrerer der Elemente Vanadium, Titan, Niob, 35

0,005 bis 0,1 % Al

Rest Eisen, einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen.

als Werkstoff für Warmarbeitswerkzeuge, die eine Wärmeleitfähigkeit von über 35 W/m.K aufweisen müssen. 40

2. Verwendung eines Stahls nach Anspruch 1, jedoch mit 45

0,4 bis 0,5 % C

0,1 bis 0,4 % Si

0,2 bis 0,4 % Mn

2,8 bis 3,2 % Cr

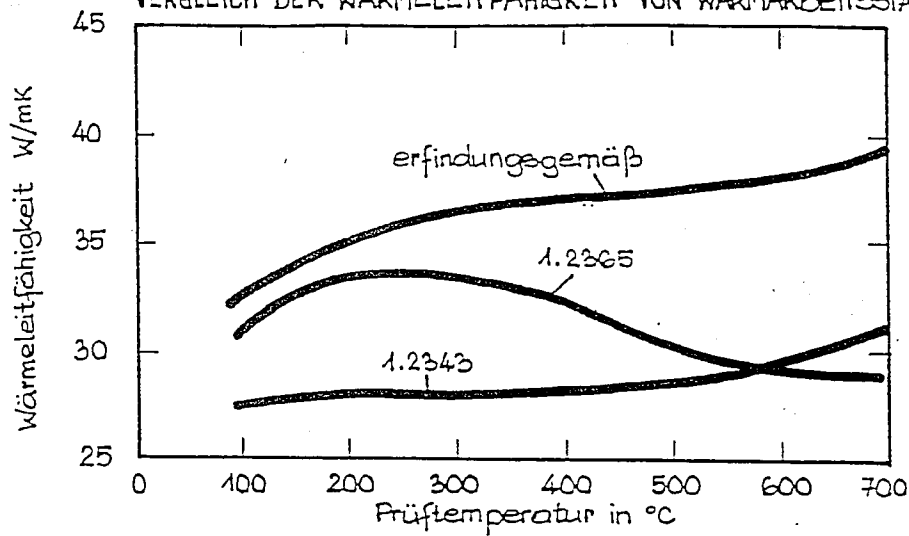
4,9 bis 5,1 % Mo 50

0,9 bis 1,1 % V

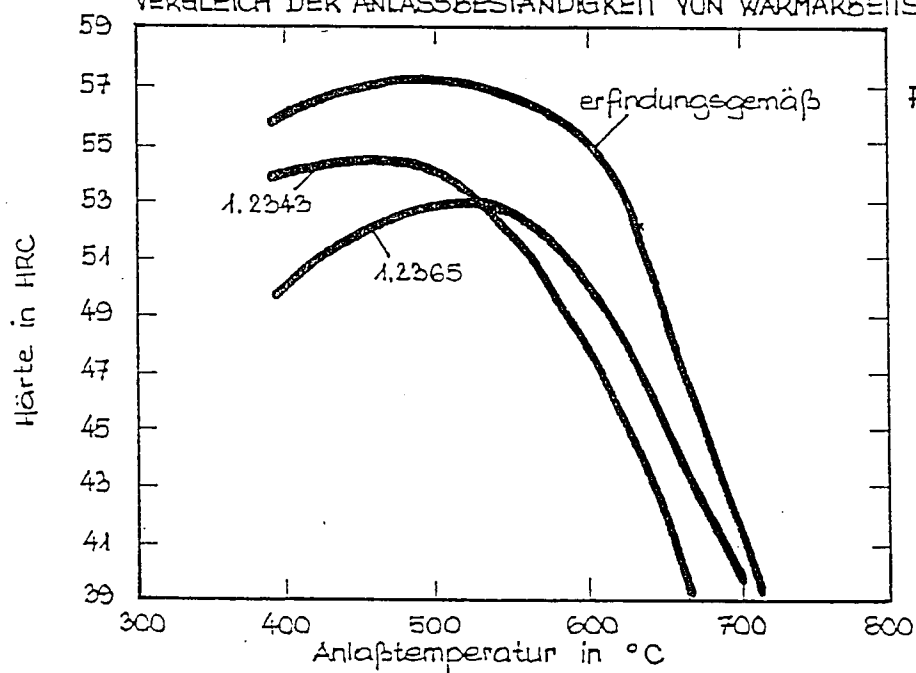
0,005 bis 0,025 % Al

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen, für den Zweck nach Anspruch 1. 55

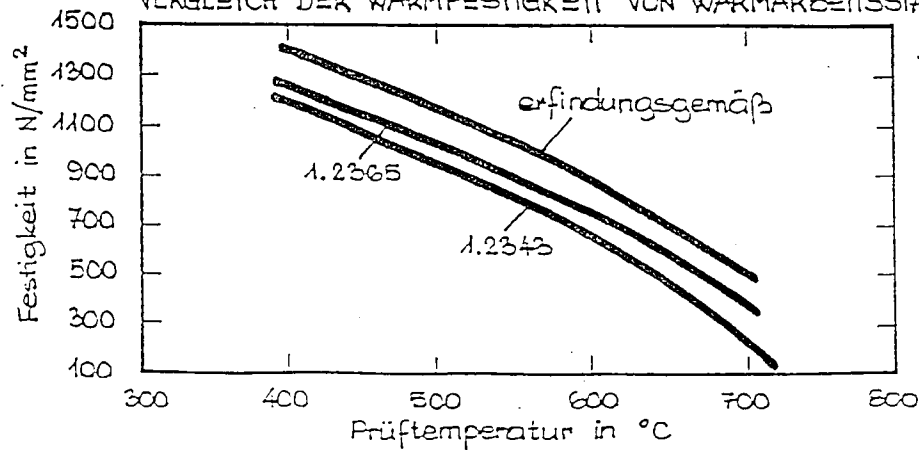
(im vergüteten Zustand)  
VERGLEICH DER WÄRMELEITFÄHIGKEIT VON WARMARBEITSSTÄHLEN



VERGLEICH DER ANLASSBESTÄNDIGKEIT VON WARMARBEITSSTÄHLEN



VERGLEICH DER WARMFESTIGKEIT VON WARMARBEITSSTÄHLEN





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 94 10 8830

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	GB-A-132 082 (J.O.ARNOLD) * das ganze Dokument * ---	1,2	C22C38/22
Y	JP-A-5 070 882 (MITSUBISHI STEEL MFG CO) *Zusammenfassung* ---	1,2	
Y	JP-A-5 070 883 (MITSUBISHI STEEL MFG CO) *Zusammenfassung* ---	1,2	
Y	JP-A-1 142 056 (HITACHI METALS LTD) *Zusammenfassung* ---	1,2	
Y	FR-A-968 547 (GEBR. BÖHLER & CIE. A.G.) * das ganze Dokument * ---	1,2	
Y	DE-C-898 316 (GEBR. BÖHLER & CIE. AKTIENGESELLSCHAFT) * das ganze Dokument * ---	1,2	
Y	AT-A-162 908 (GEBR. BÖHLER & CO. AKTIENGESELLSCHAFT) * das ganze Dokument * ---	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
A	US-A-3 044 872 (HAYES ET AL.) * das ganze Dokument * -----	1,2	C22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 26. September 1994	Prüfer Lippens, M
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 andern Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	