

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 81101268.1

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **C 22 C 38/12**  
**C 22 C 38/24**

22 Anmeldetag: 21.02.81

30 Priorität: 12.03.80 DE 3009443

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
16.09.81 Patentblatt 81/37

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT FR GB IT NL SE

71 Anmelder: Thyssen Edelstahlwerke AG  
Thyssenstrasse 1  
D-4000 Düsseldorf(DE)

72 Erfinder: Brandis, Helmut, Dr. Ing.  
Forstwaldstrasse 694  
D-4150 Krefeld(DE)

72 Erfinder: Serosh, Dr. Ing.  
Garnstrasse 38  
D-4154 Tönisvorst 1(DE)

72 Erfinder: von den Steinen, Albert, Dr. Ing.  
Gneisenaustrasse 1  
D-4150 Krefeld(DE)

54 Verwendung eines Stahls hoher Festigkeit und Zähigkeit.

57 Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Stahls mit

0,30 bis 0,6 %Kohlenstoff  
0,65 bis 1,2 %Silizium  
0,6 bis 1,5 %Mangan  
0,05 bis 0,2 %Vanadium  
0 bis 0,5 %Chrom  
0 bis 0,2 %Schwefel  
0 bis 0,1 %Aluminium  
0 bis 0,04 %Stickstoff

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

als Werkstoff für Bauteile, die nach dem Abkühlen an ruhen-  
der oder bewegter Luft gegebenenfalls nach gesteuerter  
Abkühlung von Schmiedetemperaturen oder von Glühtem-  
peraturen über 1150°C ein Gefüge aus Ferrit oder Perlit auf-  
weisen und dabei Streck- bzw. 0,2-Grenzwerte von minde-  
stens 490 N/mm<sup>2</sup> und eine Kerbschlagarbeit (gemessen an  
der DVM-Probe) von mindestens 30 J haben.

EP 0 035 681 A1

Verwendung eines Stahls hoher Festigkeit und Zähigkeit.

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines Stahls als Werkstoff für Bauteile, die nach dem Abkühlen an ruhender oder bewegter Luft gegebenenfalls nach gesteuerter Abkühlung von Schmiedetemperaturen oder von Glühtemperaturen über  $1150^{\circ}\text{C}$  ein Gefüge aus Ferrit und Perlit aufweisen und dabei Streck- bzw. 0,2-Grenzwerte von mindestens  $490 \text{ N/mm}^2$  und eine Kerbschlagarbeit (gemessen an der DVM-Probe) von mindestens 30 J haben.

Seit etwa 10 Jahren wird ein Stahl für geschmiedete Bauteile wie z.B. Kurbelwellen verwendet (DE-OS 23 50 370), der in Deutschland die Bezeichnung 49 MnVS 3 erhalten hat. Für ihn wird in der Stahl-Eisen-Liste (Werkstoff Nr. 1.1199) nachstehender Analysenbereich angegeben:

C	: 0,44 - 0,54 %
Si	: 0,60 %
Mn	: 0,60 - 1,0 %
P	: 0,035 %
S	: 0,045 - 0,065 %
V	: 0,08 - 0,13 %

Das Merkmal dieses Stahles ist, daß er nach dem Schmieden bei Temperaturen zwischen  $1000$  und  $1250^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise im Gesenk zwischen  $1180$  und  $1250^{\circ}\text{C}$ , mit anschließendem Ablegen an ruhender oder bewegter Luft eine Mindest-0,2-Grenze von  $450 \text{ N/mm}^2$  - ohne eine nachträgliche Wärmebehandlung - erreicht. Dieser Wert wird durch die Ausscheidungs- härtung von Vanadiumkarbiden oder -karbonitriden hervorgerufen.

Die Kerbschlagzähigkeit dieses Werkstoffes ist jedoch gering, so daß seine Verwendung sich auf bestimmte Bauteile, wie z.B. die Kurbelwelle und den Pleuel beschränkt, bei denen andere mechanische Eigenschaften als die Zähigkeit im Vordergrund stehen. Typische Kennwerte, die an 49 MnVS 3 nach dem Glühen bei rd.  $1225^{\circ}\text{C}$  und nach dem Schmieden im Gesenk zu Kurbelwellen erreicht werden, sind in Beispiel 1 aufgeführt. Nach dem Glühen bei  $1225^{\circ}\text{C}$  werden etwas höhere Festigkeitswerte bei geringeren Kerbschlagarbeitswerten erzielt als nach dem Schmieden im Gesenk. Die Festigkeitswerte können durch Einstellen der Kohlenstoff- und Mangangehalte im oberen oder unteren Bereich der Grenzanalyse variiert werden, während die Kerbschlagarbeitswerte -insbesondere nach dem Glühen oder Schmieden bei Temperaturen um  $1200^{\circ}\text{C}$ - dadurch nicht wesentlich verändert werden.

Das Gefüge des 49 MnVS 3 nach der Behandlung  $1225^{\circ}\text{C}$  0,5 h/Luft (Beispiel 1) ist aus Bild 1 ersichtlich. Der voreutektoidische Ferrit liegt überwiegend auf den ehemaligen Austenitkorngrenzen, wodurch die Bestimmung der bei  $1225^{\circ}\text{C}$  vorhandenen Korngröße ermöglicht wird. Nach der Bildrichtreihe von ASTM E 112 ist dieses Gefüge den Bildnummern 1 bis 3 zuzuordnen.

Die Kerbschlagarbeit dieses Stahls ist jedoch für viele Verwendungszwecke zu niedrig.

Dieser Erfindung liegt daher nun die Aufgabe zugrunde, einen Stahl mit verbesserter Zähigkeit bei ähnlichen Festigkeitswerten bereitzustellen, wobei dies durch einfache Luftabkühlung von Glüh- bzw. Warmformgebungstemperaturen ohne weitere Wärmebehandlung erreicht werden soll.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird die Verwendung eines Stahls der in den Ansprüchen angegebenen Analyse für den eingangs genannten Zweck vorgeschlagen. Besonders eignet sich der Stahl für Gegenstände mit größeren Querschnitten, deren kleinster Querschnitt mindestens  $100\text{ cm}^2$  beträgt.

Die Ergebnisse von Untersuchungen haben überraschenderweise gezeigt, daß durch eine bestimmte Kombination von Silizium, Mangan und Vanadium ein feinkörniges Gefüge nach dem Glühen von Temperaturen über  $1200^{\circ}\text{C}$  mit anschließendem Ablegen an Luft erreicht werden kann. Dafür sind ein Siliziumgehalt von mindestens 0,65 %, ein Vanadiumgehalt von wenigstens 0,05 % und ein Mangangehalt von wenigstens 0,55 % notwendig. Das durch diese Kombination der Legierungselemente erreichbare typische Gefüge nach dem Glühen bei  $1225^{\circ}\text{C}$  ist in Bild 2 abgebildet, und die augenscheinlich wahrnehmbare Korngröße liegt nach ASTM zwischen den Bildnummern 7 bis 8.

Überraschend war auch die Feststellung, daß die allgemein angenommene Gleichwertigkeit von Niob und Vanadium im vorliegenden Fall nicht gilt. Vanadium wäre also durch Niob nicht ersetzbar. Die vorteilhaften Eigenschaften, die mit Vanadium erzielt werden, erreichen Stähle mit Niob statt Vanadium nicht.

Fehlt eines der Elemente Silizium, Mangan oder Vanadium, so wird die voreutektoidische Ferritbildung innerhalb der ehemaligen Austenitkörner unterdrückt, und es ergibt sich somit ein grobes Sekundärkorn.

Dies veranschaulicht die Gefügaufnahme in Bild 3, die von einem Stahl stammt mit den in diesem Patent beanspruchten Gehalten an Silizium und Mangan, jedoch ohne Vanadiumzusatz. Die Korngröße beträgt 2 bis 3 nach ASTM. In diesem Zustand ist eine 0,2-Grenze von rd.  $500 \text{ N/mm}^2$  bei einer Kerbschlagarbeit von 10 bis 15 J, gemessen an der DVM-Probe, ermittelt worden.

Ein weiteres Beispiel ist das in Bild 4 dargestellte Gefüge eines Silizium, Mangan und Vanadium enthaltenden Stahls, jedoch mit einem

Siliziumgehalt von 0,3 %, welcher unterhalb des in diesem Patent beanspruchten Bereichs liegt. In diesem Falle sind ebenfalls Korngrößen von 2 bis 3 nach ASTM geschätzt und Kerbschlagarbeitswerte zwischen 10 bis 14 J bei einer 0,2-Grenze von rd.  $500 \text{ N/mm}^2$  bestimmt worden.

Die Beispiele der Vergleichsstähle, deren Gefüge in den Bildern 1, 3 und 4 abgebildet sind, heben deutlich hervor, welche niedrigen Kerbschlagarbeitswerte (10-15 J) bei 0,2-Grenzen zwischen 500 und  $570 \text{ N/mm}^2$  erzielt werden.

Die günstige Wirkung des Gefüges des erfindungsgemäßen Stahls (Bild 2) auf die mechanischen Eigenschaften nach dem Glühen von  $1225^\circ\text{C}$  mit anschließendem Ablegen an Luft wird anhand von zwei Beispielen verdeutlicht.

#### Beispiel 2

enthält die Kennwerte eines Stahls mit rd. 0,35 % C und mit Silizium- und Mangangehalten im unteren beanspruchten Bereich. Bei 0,2-Grenzen von rd.  $500 \text{ N/mm}^2$  -also ähnlich denjenigen der Vergleichsstähle mit den in Bildern 3 und 4 gezeigten Gefügen-, ergeben sich bedeutend höhere Kerbschlagarbeitswerte von rd. 38 J.

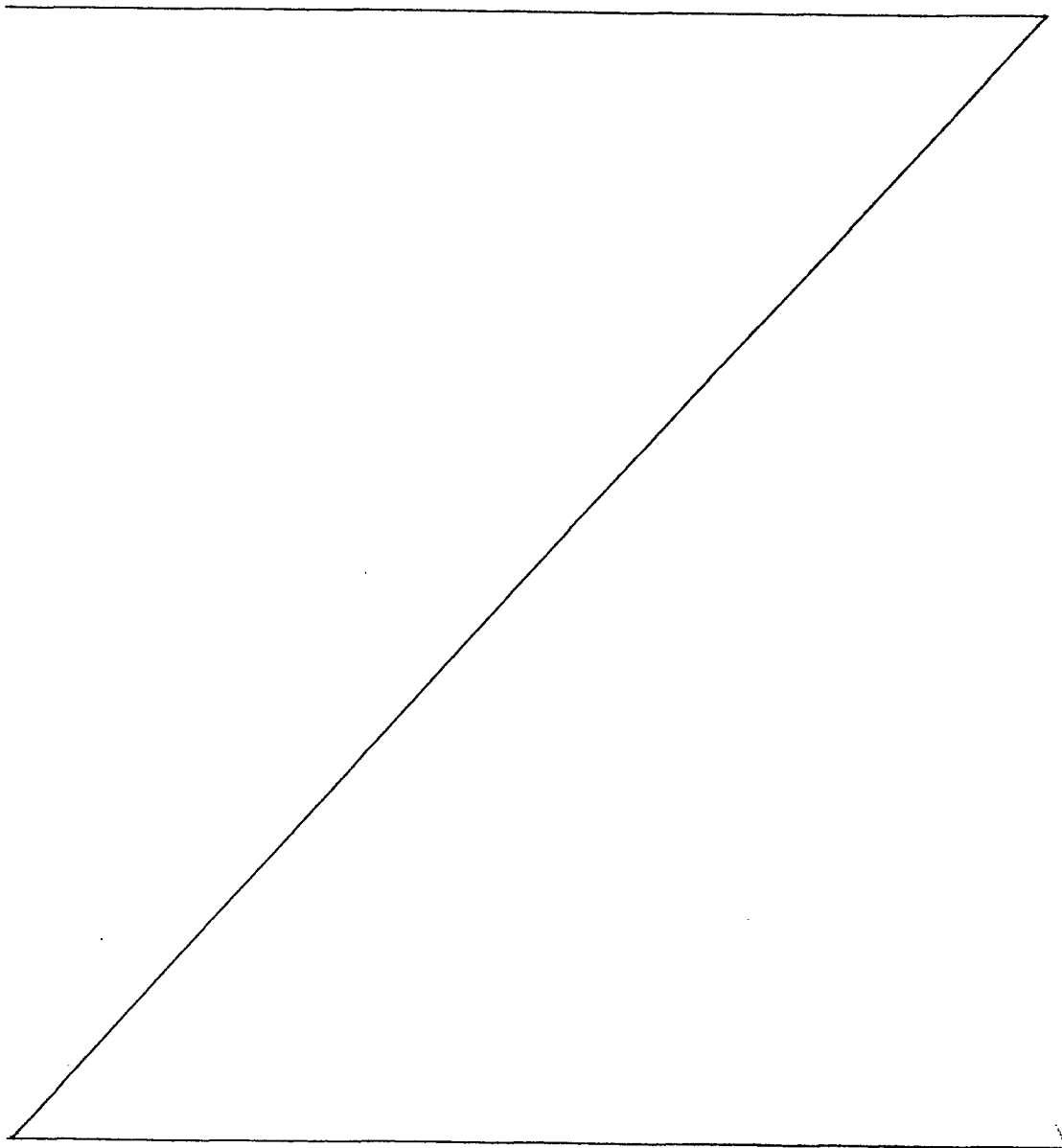
#### Beispiel 3

Eine Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes des erfindungsgemäßen Stahls von 0,33 auf 0,43 % führt zu einer höheren 0,2-Grenze von rd.  $570 \text{ N/mm}^2$  bei Kerbschlagarbeitswerten von rd. 28 J. Verglichen mit 49 MnVS 3 (Beispiel 1) hat dieser Stahl eine fast dreifach höhere Kerbschlagarbeit bei praktisch gleicher 0,2-Grenze.

#### Beispiel 4

Hier wurden Kennwerte, die an dem erfindungsgemäßen Stahl nach dem Walzen oder Schmieden in den üblichen Temperaturbereichen mit

anschließendem Ablegen an Luft ermittelt. Dieser Stahl weist Silizium- und Mangangehalte an der oberen Grenze des beanspruchten Bereichs auf. Den aufgeführten Werten ist zu entnehmen, daß auch an größeren Querschnitten eine hohe 0,2-Grenze, hier z.B. rd.  $580 \text{ N/mm}^2$ , bei zugleich günstigen Kerbschlagarbeitswerten zu erzielen ist. Diese Werte liegen in der Größenordnung, die an niedriglegierten Baustählen erreicht werden, die aber einer aufwendigen Vergütungsbehandlung unterworfen werden müssen.



Beispiel 1

49 MnVS 3 (Stahl 1)

C	Si	Mn	Cr	V	Al	N in %
0,50	0,30	0,80	0,03	0,09	0,003	0,009

## Behandlungszustand

1225 °C 0,5 h/Luft

im Gesenk geschmiedet bei  
1200 - 1250 °CAbmessung : 20 mm  $\varnothing$ 50 mm  $\varnothing$ 

0,2-Grenze	$N/mm^2$	:	rd. 570	rd. 500
Zugfestigkeit	$N/mm^2$	:	rd. 890	rd. 830
Kerbschlagarbeit (DVM-Kerb)	J	:	rd. 10	15 - 20

Beispiel 2

	C	Si	Mn	Cr	V	Al	N in %
<u>Stahl 2</u>	0,33	0,68	0,65	0,07	0,11	0,07	0,025

Behandlungszustand: 1225 °C 0,5 h/Luft

0,2 - Grenze	$N/mm^2$	:	503
Zugfestigkeit	$N/mm^2$	:	765
Kerbschlagarbeit (DVM-Kerb)	J	:	37; 38; 41

Beispiel 3

	C	Si	Mn	Cr	V	Al	N in %
<u>Stahl 3</u>	0,43	0,71	0,71	0,07	0,12	0,044	0,017

Behandlungszustand: 1225 °C 0,5 h/Luft

0,2-Grenze	$N/mm^2$	:	567
Zugfestigkeit	$N/mm^2$	:	866
Kerbschlagarbeit (DVM-Kerb)	J	:	28; 29; 26



Beispiel 4Stahl 4

C	Si	Mn	Cr	V	Al	N in %
0,42	0,90	1,11	0,04	0,14	0,049	0,025

Behandlungszustand: gewalzt im Temperaturbereich  
von 1180 auf 1050 °C.

Abmessung: 155 mm  $\varnothing$

0,2-Grenze	N/mm <sup>2</sup>	:	578
Zugfestigkeit	N/mm <sup>2</sup>	:	865
Kerbschlagarbeit (DVM-Kerb)	J	:	34; 35; 36;

Thyssen Edelstahlwerke  
Aktiengesellschaft

### Ansprüche

#### 1. Verwendung eines Stahls mit

0,3 bis 0,4 % Kohlenstoff  
0,65 bis 1,2 % Silizium  
0,55 bis 1,3 % Mangan  
0,05 bis 0,18 % Vanadium  
0 bis 0,5 % Chrom  
0 bis 0,2 % Schwefel  
0 bis 0,1 % Aluminium  
0 bis 0,04 % Stickstoff  
Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

als Werkstoff für Bauteile, die nach dem Abkühlen an ruhender oder bewegter Luft gegebenenfalls nach gesteuerter Abkühlung von Schmiedetemperaturen oder von Glühtemperaturen über  $1150^{\circ}\text{C}$  ein Gefüge aus Ferrit oder Perlit aufweisen und dabei Streck- bzw. 0,2-Grenzwerte von mindestens  $490 \text{ N/mm}^2$  und eine Kerbschlagarbeit (gemessen an der DVM-Probe) von mindestens 30 J haben.

#### 2. Verwendung eines Stahls mit

0,4 bis 0,55 % Kohlenstoff  
0,65 bis 1,2 % Silizium  
0,65 bis 1,3 % Mangan  
0,05 bis 0,18 % Vanadium  
0 bis 0,5 % Chrom  
0 bis 0,2 % Schwefel  
0 bis 0,1 % Aluminium  
0 bis 0,04 % Stickstoff  
Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

als Werkstoff für Bauteile, die nach dem Abkühlen an ruhender oder bewegter Luft oder nach gesteuerter Abkühlung von Schmiede- oder von Glühtemperaturen über  $1150^{\circ}\text{C}$  ein Gefüge aus Ferrit und Perlit besitzen und dabei Streck- bzw. 0,2-Grenzwerte von mindestens  $530 \text{ N/mm}^2$  und eine Kerbschlagarbeit (gemessen an der DVM-Probe) von wenigstens 25 J aufweisen.

3. Verwendung eines Stahls mit

0,30 bis 0,6	% Kohlenstoff
0,65 bis 1,2	% Silizium
0,6 bis 1,5	% Mangan
0,05 bis 0,2	% Vanadium
0 bis 0,5	% Chrom
0 bis 0,2	% Schwefel
0 bis 0,1	% Aluminium
0 bis 0,04	% Stickstoff

für Bauteile, die nach dem Warmumformen durch Walzen, Schmieden oder Pressen bei Endverformungstemperaturen unter  $1150^{\circ}\text{C}$  und anschließendem Abkühlen an ruhender oder bewegter Luft ein ferritisch-perlitisches Gefüge mit einer Streck- oder 0,2-Grenze von mindestens  $550 \text{ N/mm}^2$  und einer Kerbschlagarbeit (gemessen an der DVM-Probe) von wenigstens 30 J aufweisen.

4. Verwendung eines Stahls der Zusammensetzung, Behandlung und Eigenschaften nach Anspruch 3, als Werkstoff für Bauteile, deren kleinster Querschnitt mindestens  $100 \text{ cm}^2$  beträgt.

58098

100 : 1

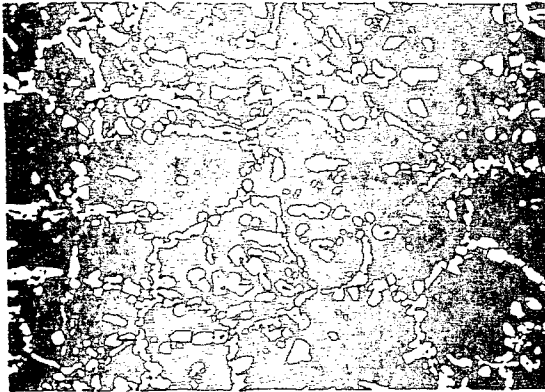


Bild 1

Gefüge des Stahles 49 MnVS 3  
(rd. 0,45 % C, 0,3 % Si, 0,9 % Mn,  
0,11 % V)

Behandlung: 1225 °C 0,5 h/Luft

282/12

100 : 1



Bild 2

Gefüge des erfindungsgemäßen Stahles  
(rd. 0,42 % C, 0,7 % Si, 0,7 % Mn,  
0,12 % V)

Behandlung: 1225 °C 0,5 h/Luft

76048

100 : 1



Bild 3

Gefüge eines Vergleichsstahles  
(rd. 0,47 % C, 0,8 % Si, 0,8 % Mn,  
0,3 % Cr)

Behandlung: 1225 °C 0,5 h/Luft

75372

100 : 1



Bild 4

Gefüge eines Vergleichsstahles  
(rd. 0,38 % C, 0,3 % Si, 0,8 % Mn,  
0,09 % V)

Behandlung: 1225 °C 0,5 h/Luft



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0035681

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 1268

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>US - A - 3 173 782</u> (MELLCY) * Spalte 1, Zeilen 35-41; Tabelle IV; Ansprüche 1,2 *	1-3	C 22 C 38/12 38/24
	--		
	<u>DE - A - 2 210 915</u> (HOESCH WERKE) * Ansprüche 1,2 *	1	
	--		
	<u>AU - A - 483 965</u> (AMSTED INDUSTRIES) * Ansprüche 1,2 *	2,3	
	--		
	<u>GB - A - 1 441 695</u> (TOWMOTOR CORP.) * Seite 1, Zeilen 8-24; Anspruch 1; Seite 3, Zeilen 45-51 *	1-3	C 22 C 38/12 38/24
	--		
AD	<u>DE - A - 2 350 370</u> (VOLKSWAGEN-WERK)		
A	TRANSACTIONS A.S.M.E., Serie B: Journal of engineering for industry, Band 93, Nr. 4, November 1971, Seiten 1169-1170 A.J. SCHILLER et al.: "The effects of vanadium in high strength low alloy steels"		
	----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			C 22 C 38/12 38/24
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
<input checked="" type="checkbox"/> Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	05-06-1981	RIES	