



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 977 901 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.06.2001 Patentblatt 2001/24

(51) Int Cl.7: **C22C 38/22**, C22C 38/38,
C22C 38/20, C22C 38/32,
C22C 38/18

(21) Anmeldenummer: **98921467.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/02299

(22) Anmeldetag: **17.04.1998**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/48070 (29.10.1998 Gazette 1998/43)

(54) **HOCHFESTE UND KORROSIONSBESTÄNDIGE EISEN-MANGAN-CHROM-LEGIERUNG**
HIGH-STRENGTH, ANTI-CORROSIVE IRON-MANGANESE-CHROME ALLOY
ALLIAGE FER-MANGANESE-CHROME A RESISTANCE ELEVEE, RESISTANT A LA CORROSION

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

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 432 434 EP-A- 0 640 695
DE-C- 4 242 757 DE-C- 19 513 407

(30) Priorität: **22.04.1997 DE 19716795**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2000 Patentblatt 2000/06

(73) Patentinhaber: **Krupp VDM GmbH**
45143 Essen (DE)

(72) Erfinder: **BRILL, Ulrich**
D-58239 Schwerte (DE)

• **CIGADA, A. ET AL.:** "Corrosion behaviour of
high nitrogen stainless steels for biomedical
applications" THE ELECTROCHEMICAL
SOCIETY. CONFERENCE: COMPATABILITY OF
BIOMEDICAL IMPLANTS., Bd. 19, Nr. 94, 23. -
25.Mai 1994, SAN FRANCISCO, USA, Seiten
185-195, XP002075896

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 977 901 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine unter Atmosphärendruck offen geschmolzene, warm- und kaltverformbare austenitische Eisen-Mangan-Chrom-Legierung, insbesondere zum Einsatz in wäßrigen Medien.

[0002] Die AT-PS 152 291 offenbart Chrom-Mangan-Stähle mit 0,01 bis 1,5 Masse-% Kohlenstoff, 5 bis 25 Masse-% Chrom, 10 bis 35 Masse-% Mangan und 0,07 bis 0,7 Masse-% Stickstoff sowie ggf. verhältnismäßig geringe Zusätze von Nickel, Kobalt, Kupfer, Molybdän, Wolfram, Vanadium, Niob, Tantal und Titan.

[0003] Im Gegensatz zu den bis dahin bekannten Chrom-Mangan-Stählen waren diese martensitfrei und erlaubten damit eine gute Verarbeitung. Sie waren desweiteren unmagnetisch und wiesen eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit auf.

[0004] Mit dem deutschen Patent 917 672 wurden die recht großen Analysespannen wie folgt eingengt: Kohlenstoff < 0,5 Masse-%, 10 bis 20 Masse-% Chrom, 14 bis 22 Masse-% Mangan, 0,1 bis 0,7 Masse-% Stickstoff, da man festgestellt hat, daß mit diesen so zusammengesetzten Legierungen nach geeigneter Wärmebehandlung sehr hohe Querschnittsabnahmen bei der Umformung möglich waren, die den Werkstoff prädestinierten für den Einsatz als Blech oder Band für Flugzeugbespannungen.

[0005] Einige offenbarte Eisen-Mangan-Chrom-Legierungen schreiben zu Lasten der Korrosionsbeständigkeit zwingend hohe Kohlenstoffgehalte vor, um in der Anwendung z.B. für rostsichere Wellen und Kolbenstangen für den Schiffbau oder Schwerstangen für die Erdöl- und Erdgasindustrie ausreichende Festigkeiten zu erreichen.

[0006] Zu diesen Druckschriften gehören z.B. die US-Patentschrift 4,121,953 mit 0,35 bis 0,80 Masse-% Kohlenstoff, 17 bis 23 Masse-% Mangan, max. 0,80 Masse-% Stickstoff, 6 bis 10 Masse-% Chrom und bis zu 3,5 Masse-% Molybdän.

[0007] Ferner bekannt ist das europäische Patent 0 065 631 mit 0,17 bis 0,40 Masse-% Kohlenstoff, 13 bis 25 Masse-% Mangan, 0,3 bis 1,0 Masse-% Stickstoff, 12 bis 20 Masse-% Chrom und 1,0 bis 5,0 Masse-% Molybdän.

[0008] Das europäische Patent 0 249 117 läßt ebenfalls bis 0,40 Masse-% Kohlenstoff zu; gleichzeitig werden 13,0 bis 25,0 Masse-% Mangan, 0,3 bis 1,0 Masse-% Stickstoff, 12,0 bis 20,0 Masse-% Chrom und bis zu 5,0 Masse-% Molybdän gefordert.

[0009] Eisen-Mangan-Chrom-Legierungen finden ebenfalls Anwendung als sogenannte Kappenringstähle mit einer typischen Zusammensetzung wie bis zu 0,12 Masse-% Kohlenstoff, 18,5 Masse-% Mangan, 18,5 Masse-% Chrom und 1,0 Masse-% Stickstoff. Werkstoffe dieser Zusammensetzung sind jedoch nicht drucklos zu erschmelzen, sondern nur unter Stickstoffüberdruck, z.B. in einer Druck-Elektroschlacke-Umschmelz-Anlage.

[0010] Ziel des Erfindungsgegenstandes ist es, eine unter Atmosphärendruck offen schmelzbare, warm- und kaltverformbare austenitische Eisen-Mangan-Chrom-Legierung zu konzipieren, die insbesondere zum Einsatz in wäßrigen Medien geeignet ist, bei welcher die Nachteile des vorab zitierten Standes der Technik nicht mehr gegeben sind, und die einen möglichst großen technischen Anwendungsbereich genießt.

[0011] Dieses Ziel wird erreicht mit einer Eisen-Mangan-Chrom-Legierung, die folgende Legierungsbestandteile (Angaben in Masse-%) beinhaltet:

Chrom	12,0 bis 24,7 %
Nickel	bis zu 0,10 %
Mangan	23,5 bis 25,0 %
Silizium	bis zu 0,20 %
Molybdän	2,0 bis 5,7 %
Titan	bis zu 0,10 %
Kohlenstoff	bis zu 0,015 %
Stickstoff	1,05 bis 1,30 %
Zirkonium	0,01 bis 0,15 %
Kupfer	0,8 bis 2,0 %
Bor	0,002 bis 0,005 %

Rest Eisen einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen.

[0012] Im Vergleich zum Stand der Technik z.B. DE 42 42 757 C1 unterscheidet sich die erfindungsgemäße Legierung durch den deutlich höheren Stickstoffgehalt, mit welchem es nunmehr möglich ist, höhere Chrom- und Molybdängehalte in der Legierung einzustellen, ohne daß sich die σ -Phase ausscheidet, was die Verarbeitbarkeit der Legierungen vom Block bzw. von der Stranggußbramme z.B. zu einem warm- und kaltgewalzten Blech unmöglich macht. Die erfindungsgemäße Legierung weist gegenüber dem Stand der Technik eine deutlich gesteigerte Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit insbesondere in wäßrigen Medien auf. Unter wäßrigen Medien versteht der Fachmann im Medizin- und

Dentalbereich jegliche Art von körperlichen Flüssigkeiten sowie Gewebeflüssigkeiten, so daß sich hier ein besonderer Anwendungsfall der erfindungsgemäßen Legierung insbesondere zur Herstellung von medizinischen Instrumenten und Werkzeugen, temporären Implantaten wie Marknägeln, Schrauben und Platten sowie Brackets und Befestigungs- und Spanndrähten ergibt.

[0013] Ganz allgemein kann die erfindungsgemäße Legierung auch zur Herstellung von Ankern und Setzbolzen zum Einsatz gelangen, die u.U. in Feuchträumen oder Feuchtgebieten zum Einsatz gelangen können.

[0014] Darüber hinaus ist ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Legierung im Bereich der Brennkraftmaschinen zu sehen, wobei sich insbesondere Ein- und Auslaßventile für die erfindungsgemäße Legierung anbieten.

[0015] Der Erfindungsgegenstand wird im folgenden anhand von Figuren und Tabellen näher erläutert.

[0016] Fig. 1 ist eine Darstellung der Wirksumme (WS) in Abhängigkeit der Kombination maximaler Molybdän- und Chromgehalte für verschiedene Stickstoffgehalte, wobei die Wirksumme nach folgender Gleichung berechnet wird:

$$WS = (\% \text{ Chrom}) + 3 \times (\% \text{ Molybdän}) + 30 \times (\% \text{ Stickstoff}).$$

[0017] Fig. 1 zeigt den sich hieraus ergebenden Bereich der Zusammensetzungen der erfindungsgemäßen Legierung. Aus der Forderung nach einer Wirksumme ≥ 59 ergibt sich zwangsläufig ein Molybdängehalt von mindestens 2,0 Masse-% für den niedrigsten Stickstoffgehalt von 1,05 Masse-%. Der höchste Molybdängehalt mit 5,7 Masse-% ergibt sich für den höchsten Stickstoffgehalt von 1,3 Masse-% und der Forderung nach mindestens 12,0 Masse-% Chrom in den Legierungen. Den höchsten Chromgehalt erhält man zwangsläufig bei 1,3 Masse-% Stickstoff und einem minimalen Molybdängehalt von 2,0 Masse-% mit 24,7 Masse-%. Das Fenster der erfindungsgemäßen Legierungen ist in Fig. 1 schraffiert hervorgehoben.

[0018] Tabelle 1 zeigt die Abhängigkeit der im ASTM G-48/A-Test ermittelten kritischen Lochkorrosionstemperatur vom Stickstoff-, Chrom- und Molybdängehalt der Legierungen. Hierbei repräsentieren die Legierungen 1 bis 3 den Stand der Technik hinsichtlich kommerziell eingeführter Werkstoffe. Die Legierungen 4 bis 12 offenbaren den durch Patente und andere Veröffentlichungen bekannten Stand der Technik, während die Legierungen 13 bis 20 als erfindungsgemäß anzusehen sind.

[0019] Aus dieser Tabelle wird deutlich, daß nur mit den erfindungsgemäßen Legierungen kritische Lochkorrosionstemperaturen von deutlich über 40 °C erreicht werden können.

[0020] In Fig. 2 ist die Zugfestigkeit über dem Verformungsgrad für verschiedene Legierungen aufgetragen. Die erfindungsgemäßen Legierungen 17 und 19 erreichen gegenüber den Vergleichslegierungen gesichert Zugfestigkeiten von $\geq 2000 \text{ N/mm}^2$, wie sie beispielsweise für Anker und Setzbolzen erforderlich sind.

[0021] Bei den nicht erfindungsgemäßen Werkstoffen handelt es sich um Legierungen folgender Zusammensetzungen:

0,65 Masse-% Stickstoff, 16,8 Masse-% Chrom, 2,0 Masse-% Molybdän, 24,0 Masse-% Mangan, Rest Eisen und
0,42 Masse-% Stickstoff, 16,5 Masse-% Chrom, 1,75 Masse-% Molybdän, 24,5 Masse-% Mangan, Rest Eisen.

[0022] Für den Einsatz der erfindungsgemäßen Legierungen in der Dentaltechnik ist neben der hohen Festigkeit der Werkstoffe auch eine gute Beständigkeit gegen Speichel erforderlich. Die Prüfung der erfindungsgemäßen Legierung hinsichtlich des Durchbruchpotentials und des sich einstellenden Ruhepotentials wurde in künstlichem Speichel nach Fusayama bei 37 °C durchgeführt.

[0023] Beispielhaft für das Verhalten der erfindungsgemäßen Legierungen und der dem Stand der Technik entsprechenden Werkstoffe sind in Fig. 3 die Ergebnisse der Legierung 17 (erfindungsgemäße Legierung) und der Legierung 11 (Werkstoff entsprechend dem Stand der Technik) dargestellt. Die deutlich höhere Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Legierung wird ersichtlich durch das mit ca. 1 300 mV (GKE) im Vergleich zu 200 mV (GKE) sehr viel höher liegende Durchbruchpotential.

[0024] Auch das sich mit -100 mV (GKE) nach 420 min. einstellende Ruhepotential für die erfindungsgemäße Legierung liegt deutlich niedriger als der mit +100 mV (GKE) für die Vergleichslegierung ermittelte Wert.

[0025] Auch die in Tabelle 2 aufgeführten im ASTM G-48/A-Test ermittelten Spaltkorrosionstemperaturen für die erfindungsgemäßen Legierungen (Legierung 13 bis 20) belegen gegenüber dem kommerziellen Stand der Technik (Legierungen 1 bis 3) und den in Patenten und Publikationen veröffentlichten Stand der Technik (Legierungen 4 bis 12) die deutliche Überlegenheit der erfindungsgemäßen Legierungen. Nur mit diesen Legierungen werden gesichert kritische Spaltkorrosionstemperaturen $\geq 15 \text{ °C}$ erreicht.

[0026] Die erfindungsgemäßen Legierungen zeigen nicht nur eine außergewöhnlich hohe Beständigkeit in Mineralsäuren, sondern zeichnen sich dabei auch noch durch sehr hohe mechanische Festigkeiten nach Kaltverformung aus.

[0027] Die Korrosionsprüfung in Ringerlösung, als Kriterium für die Korrosionsbeständigkeit in der Medizintechnik,

erfolgte bei 37 °C in Form von Auslagerungsversuchen über eine Dauer von 30 Tagen mit Ermittlung der Massenänderung. Geprüft wurden die erfindungsgemäßen Legierungen 17 und 19 sowie die dem Stand der Technik entsprechenden Werkstoffe 1.4571 und 1.4429. Die in Tabelle 3 aufgeführten Ergebnisse ergeben für die erfindungsgemäßen Legierungen deutlich niedrigere Korrosionsgeschwindigkeiten als für die dem Stand der Technik entsprechenden Legierungen.

[0028] Überraschenderweise zeigte sich bei der Ermittlung der Warmfestigkeit der erfindungsgemäßen Legierungen 17 bis 20, daß diese Legierungen bereits im lösungsgeglühten Zustand eine deutlich höhere Warmfestigkeit bei 800 °C aufwiesen als die in DIN 17480 genannten typischen Ventilstähle 1.4718, 1.4871, 1.4875 und 1.4882 (Tabelle 4). Verantwortlich hierfür ist neben den Elementen, die eine hohe Mischkristallverfestigung sicherstellen, wie Mangan, Chrom, Molybdän und Stickstoff, auch der erfindungsgemäße Zusatz der korngrenzenaktiven Elemente Bor und Zirkonium.

Patentansprüche

1. Unter Atmosphärendruck offen geschmolzene, warm- und kaltverformbare austenitische Eisen-Mangan-Chrom-Legierung, insbesondere zum Einsatz in wäßrigen Medien, gekennzeichnet durch folgende Legierungsbestandteile (Angaben in Masse-%)

Cr	12,0 bis 24,7 %
Ni	bis zu 0,10 %
Mn	23,5 bis 25,0 %
Si	bis zu 0,20 %
Mo	2,0 bis 5,7 %
Ti	bis zu 0,10 %
C	bis zu 0,015 %
N	1,05 bis 1,30 %
Zr	0,01 bis 0,15 %
Cu	0,8 bis 2,0 %
B	0,002 bis 0,005 %

Rest Eisen einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen.

2. Legierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Legierungsbestandteile (Angaben in Masse-%)

Cr	19,0 bis 21,0 %
Ni	bis zu 0,10 %
Mn	23,5 bis 25,0 %
Si	bis zu 0,20 %
Mo	2,7 bis 3,3 %
Ti	bis zu 0,10 %
C	bis zu 0,015 %
N	1,05 bis 1,30 %
Zr	0,01 bis 0,15 %
Cu	0,8 bis 0,9 %
B	0,002 bis 0,005 %

Rest Eisen einschließlich unvermeidbarer Verunreinigungen.

3. Verwendung der Legierung nach Anspruch 1 oder 2 in der Medizin- und Dentaltechnik, insbesondere zur Herstellung von medizinischen Instrumenten und Werkzeugen, temporären Implantaten wie Marknägeln, Schrauben und Platten sowie Brackets, Befestigungs- und Spanndrähten.
4. Verwendung der Legierung nach Anspruch 1 oder 2 in der Befestigungstechnik, insbesondere zur Herstellung von

Ankern und Setzbolzen.

5. Verwendung der Legierung nach Anspruch 1 oder 2 in Verbrennungskraftmaschinen, insbesondere zur Herstellung von Ein- und Auslaßventilen.

Claims

1. Under atmospheric pressure openly molten hot and cold-formable austenitic iron manganese chromium alloy, in particular for use in aqueous media, characterized by the following alloy constituents (indicated in % by mass)

Cr	12.0 until 24.7 %
Ni	until up to 0.10 %
Mn	23.5 until 25.0 %
Si	until up to 0.20 %
Mo	2.0 until 5.7 %
Ti	until up to 0.10 %
C	until up to 0.015 %
N	1.05 until 1.30 %
Zr	0.01 until 0.15 %
Cu	0.8 until 2.0 %
B	0.002 until 0.005 %

rest iron including unavoidable impurities.

2. Alloy according to claim 1, characterized by the following alloy constituents (indicated in % by mass)

Cr	19.0 until 21.0 %
Ni	until up to 0.10 %
Mn	23.5 until 25.0 %
Si	until up to 0.20 %
Mo	2.7 until 3.3 %
Ti	until up to 0.10 %
C	until up to 0.015 %
N	1.05 until 1.30 %
Zr	0.01 until 0.15 %
Cu	0.8 until 0.9 %
B	0.002 until 0.005 %

rest iron including unavoidable impurities.

3. Use of the alloy according to claim 1 or 2 in the medical and dental technique, in particular for the production of medical instruments and tools, temporary implants, such as medullary pins, screws and plates as well as brackets and fastening and tension wires.

4. Use of the alloy according to claim 1 or 2 in the fastening technique, in particular for the production of anchors and powder actuated fasteners.

5. Use of the alloy according to claim 1 or 2 in combustion engines, in particular for the production of inlet and outlet valves.

Revendications

1. Alliage de fer-manganèse-chrome austénitique, fondu ouvertement sous pression atmosphérique et formable à chaud et à froid, notamment pour l'utilisation dans des milieux aqueux, caractérisé par les composants d'alliage suivants (indiqués en % en poids)

Cr	12,0 à 24,7 %
Ni	jusqu'à 0,10 %
Mn	23,5 à 25,0 %
Si	jusqu'à 0,20 %
Mo	2,0 à 5,7 %
Ti	jusqu'à 0,10 %
C	jusqu'à 0,015 %
N	1,05 à 1,30 %
Zr	0,01 à 0,15 %
Cu	0,8 à 2,0 %
B	0,002 à 0,005 %

le reste étant du fer, des impuretés inévitables y compris.

2. Alliage selon la revendication 1, caractérisé par les composants d'alliage suivants (indiqués en % en poids)

Cr	19,0 à 21,0 %
Ni	jusqu'à 0,10 %
Mn	23,5 à 25,0 %
Si	jusqu'à 0,20 %
Mo	2,7 à 3,3 %
Ti	jusqu'à 0,10 %
C	jusqu'à 0,015 %
N	1,05 à 1,30 %
Zr	0,01 à 0,15 %
Cu	0,8 à 0,9 %
B	0,002 à 0,005 %

le reste étant du fer, des impuretés inévitables y compris.

3. Utilisation de l'alliage selon la revendication 1 ou 2 dans la technique médicale et dentaire, notamment pour la fabrication des instruments et des outils médicaux, des implants temporaires, tels que des clous d'ostéosynthèse intramédullaire, des vis et des plaques ainsi que des brackets, des fils de fixation et de tension.
4. Utilisation de l'alliage selon la revendication 1 ou 2 dans la technique de fixation, notamment pour la fabrication des ancrs et des chevilles à scellement par explosif.
5. Utilisation selon la revendication 1 ou 2 dans des machines à combustion interne, notamment pour la fabrication des soupapes d'admission et d'émission.

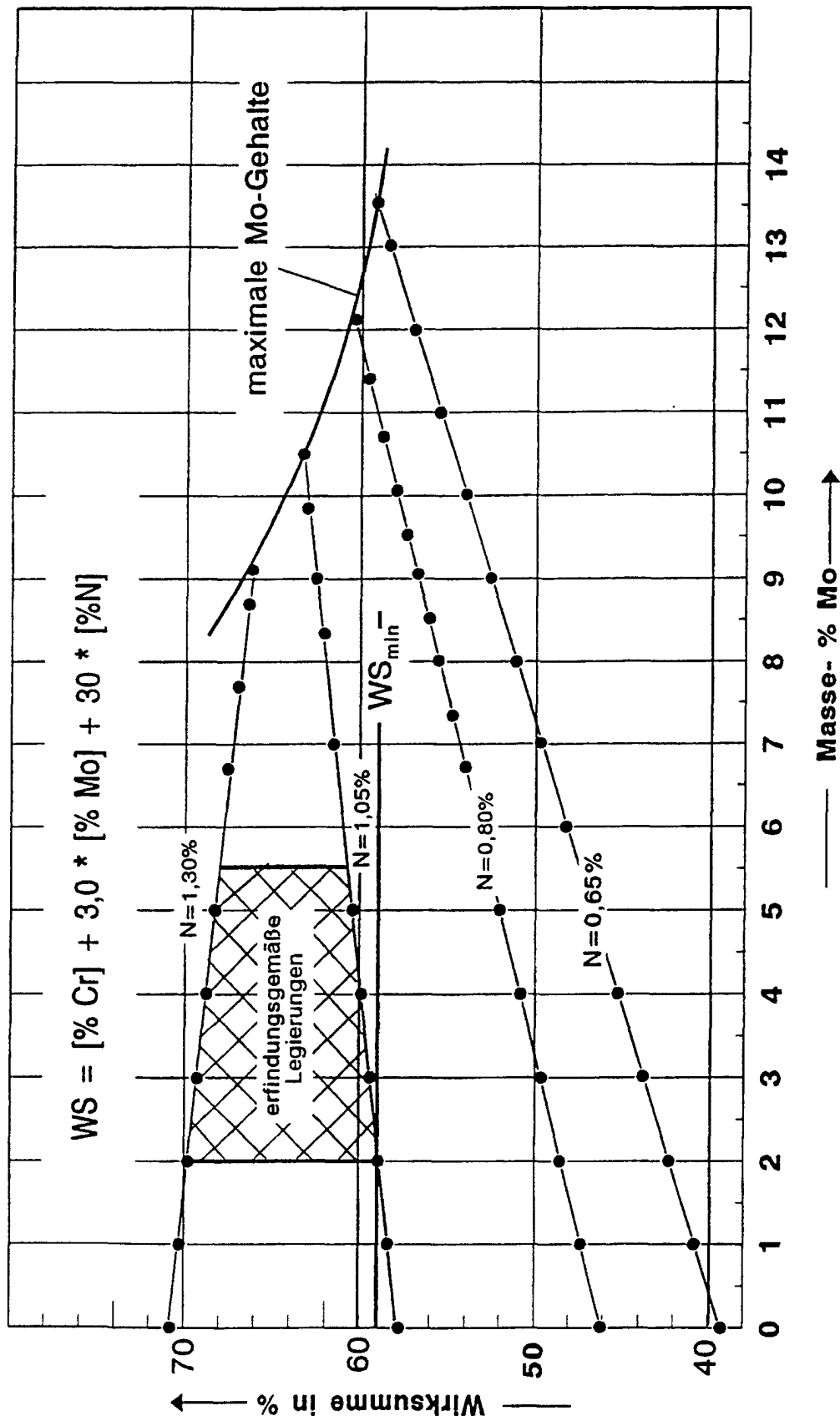


Fig. 1 : Darstellung der Wirksumme in Abhängigkeit der Kombination maximaler Mo- und Cr-Gehalte für verschiedene Stickstoffgehalte

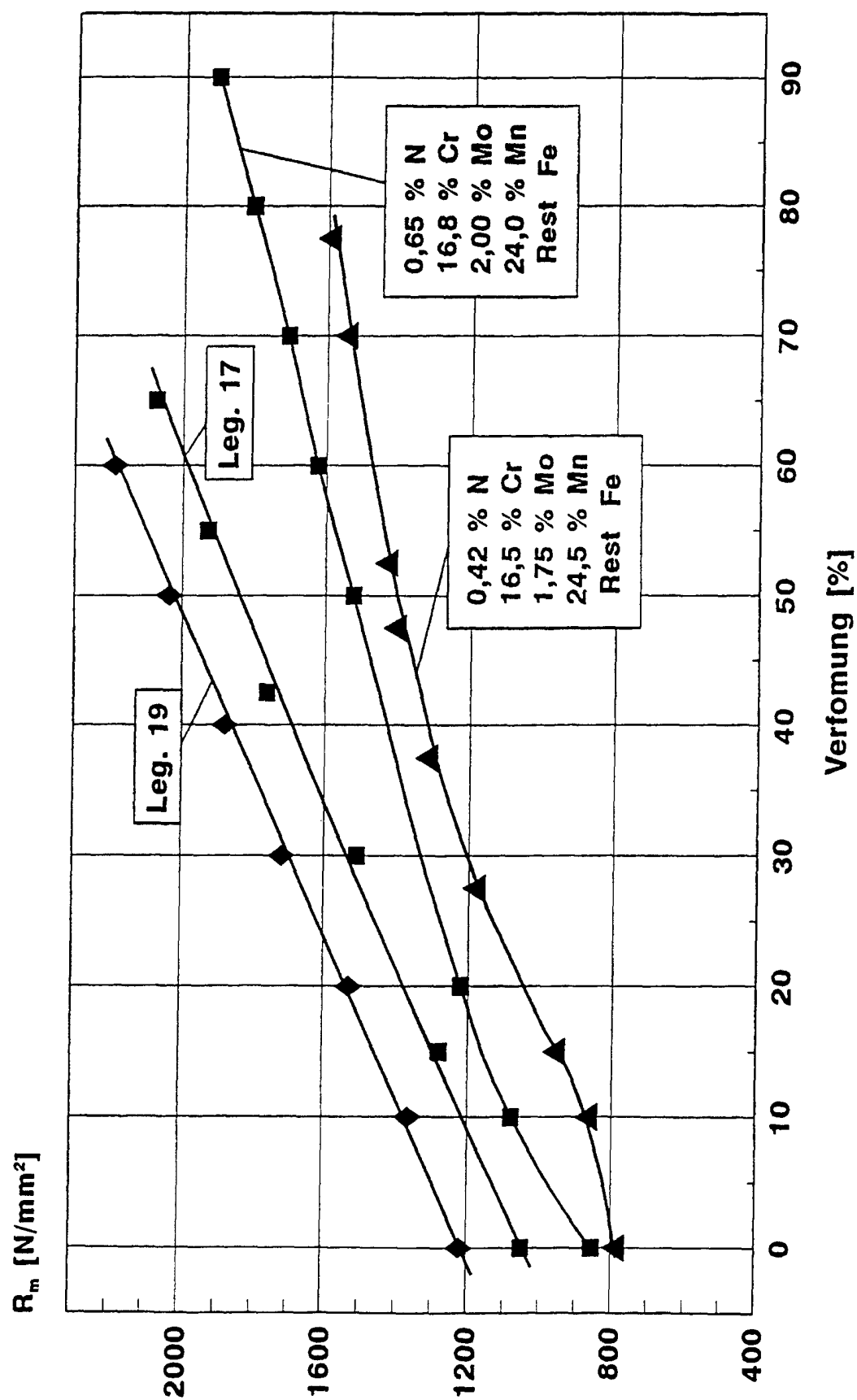
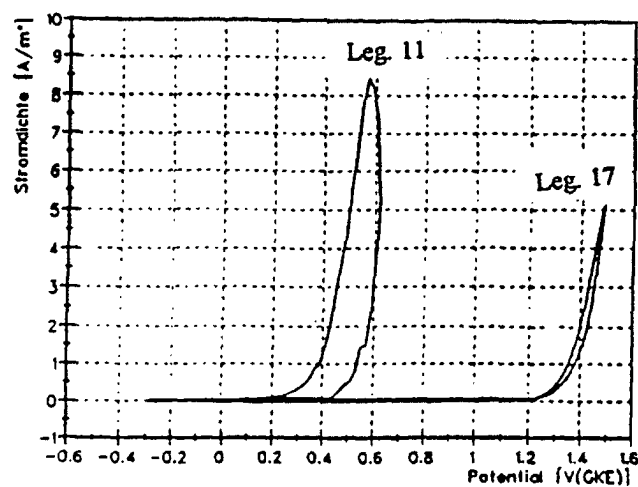


Fig.2: Einfluß der Kaltverformung auf die mechanischen Eigenschaften

Stromdichte-Potential-Kurve



Potentialänderungsgeschwindigkeit: 1 mV/s

Ruhepotentialmessung

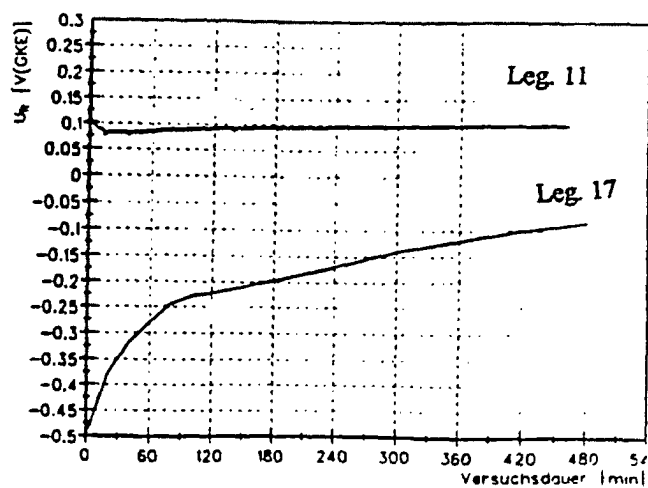


Fig. 3 Stromdichte-Potential-Kurven und Ruhepotential verschiedener Legierungen in künstlichem Speichel nach Fusayama bei 37 °C.

Tabelle 1. Kritische Lochkorrosionstemperatur im ASTM G 48A-Test für Fe-25Mn-Legierungen mit unterschiedlichen Stickstoff-, Chrom- und Molybdängehalten (alle Angaben in Masse-%)

Leg.-Nr.	N	Cr	Mo	Wirksumme WS	kritische Lochkorrosi- ons Temp. in °C
1 (1.4571)	-	18,0	2,4	25	10
2 (1.4429)	-	18,5	2,5	26	15
3 (2.4858)	-	21,0	2,7	29	30
4	1,0	14,5	4,6	58	40
5	1,0	20,0	2,0	56	38
6	1,0	23,0	0,5	55	37,5
7	0,8	22,1	-	46	33
8	0,8	18,5	2,0	49	34,5
9	0,8	14,8	4,0	51	36
10	0,65	19,8	-	39	31
11	0,65	16,8	2,0	42	32
12	0,65	13,8	4,0	45	33
13	1,30	14,3	5,0	68	61,5
14	1,30	21,3	3,0	61	45,5
15	1,05	13,9	5,0	60	45
16	1,11	18,4	2,5	59	44,5
17	1,05	18,0	3,2	59	44,5
18	1,18	19,6	2,6	63	47
19	1,30	19,5	2,6	66	58,5
20	1,30	19,8	2,6	67	61

Tabelle 2 Kritische Spaltkorrosionstemperatur im ASTM G 48A-Test für Fe-25Mn-Legierungen mit unterschiedlichen Stickstoff-, Chrom- und Molybdängehalten (alle Angaben in Masse-%)

Leg.-Nr.	N	Cr	Mo	Wirksumme WS	kritische Spaltkorr.-Temp. in °C
1 (1.4571)	-	18,0	2,4	25	2,5
2 (1.4429)	-	18,5	2,5	26	5
3 (2.4858)	-	21,0	2,7	29	7,5
4	1,0	14,5	4,6	58	13,5
5	1,0	20,0	2,0	56	13
6	1,0	23,0	0,5	55	13
7	0,8	22,1	-	46	9,5
8	0,8	18,5	2,0	49	10,5
9	0,8	14,8	4,0	51	11,5
10	0,65	19,8	-	39	7,5
11	0,65	16,8	2,0	42	8
12	0,65	13,8	4,0	45	9,5
13	1,30	14,3	5,0	68	30
14	1,30	21,3	3,0	61	17
15	1,05	13,9	5,0	60	16
16	1,11	18,4	2,5	59	15
17	1,05	18,0	3,2	59	15
18	1,18	19,6	2,6	63	21
19	1,30	19,5	2,6	66	27
20	1,30	19,8	2,6	67	29

Tabelle 3 Ergebnisse der Auslagerungsversuche in Ringerlösung bei 37°C für 30 Tage

Legierungen	spez. Anfangsmasse in g/cm ²	spez. Endmasse in g/cm ²	Korrosionsgeschwindigkeit in mm/a
17	44,8886	44,8892	0,083
19	41,9995	41,9999	0,067
1.4571	38,7733	38,7739	0,100
1.4429	39,2111	39,2117	0,100

Tabelle 4. Warmfestigkeit bei 800°C unterschiedlicher Werkstoffe

Legierung	$R_{p0.2}$ in N/mm ²	R_m in N/mm ²	A_5 in %
17	280	415	18
18	250	370	20
19	260	390	15
20	255	390	33
1.4718	180	295	-
1.4871	215	345	-
1.4875	195	315	-
1.4882	240	355	-