

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 818 552 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.1998 Patentblatt 1998/03

(51) Int. Cl.⁶: **C22C 38/44**, C22C 38/46,
C22C 38/48

(21) Anmeldenummer: 97111887.2

(22) Anmeldetag: 12.07.1997

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

(30) Priorität: 13.07.1996 DE 19628350

(71) Anmelder:
Schmidt + Clemens GmbH + Co.
51789 Lindlar (DE)

(72) Erfinder:
• **Kleemann, Willi**
69509 Moerlenbach (DE)
• **Hoffmann, Benno**
51766 Engelskirchen (DE)

(74) Vertreter:
König, Reimar, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Dr.-Ing. Reimar König
Dipl.-Ing. Klaus Bergen,
Wilhelm-Tell-Strasse 14
40219 Düsseldorf (DE)

(54) Rostfreie ferritisch-austenitische Gussstahllegierung

(57) Rostfreie ferritisch-austenitische Gußstahlle-
gierung mit hoher Korrosionsbeständigkeit, insbeson-
dere Lochfraßbeständigkeit in chloridischen Medien
und hoher Festigkeit aus bis 0,030% Kohlenstoff, bis
0,30% Silizium, bis 0,40% Mangan, 8 bis 10,0% oder
6,5 bis 8,5% oder 5,5 bis 6,5% Nickel, bis 0,30% Kobalt,
0,25 bis 0,325% oder bis 0,30% Stickstoff, 26,5 bis
27,5%, 24,5 bis 26,0% oder 23 bis 24% Chrom, 4,25 bis

5,0%, 4,0 bis 4,5% oder 3,5 bis 4,0% Molybdän, bis
1,0% Wolfram, bis 0,2% Vanadium, bis 0,30% Niob, bis
0,30% Tantal, mit im Verhältnis zum Gesamtgehalt an
Kohlenstoff und Stickstoff aufeinander abgestimmten
Gehalten an Vanadium, Niob, Tantal und Wolfram, Rest
Eisen einschließlich erschmelzungsbedingte Verunrei-
nigungen.

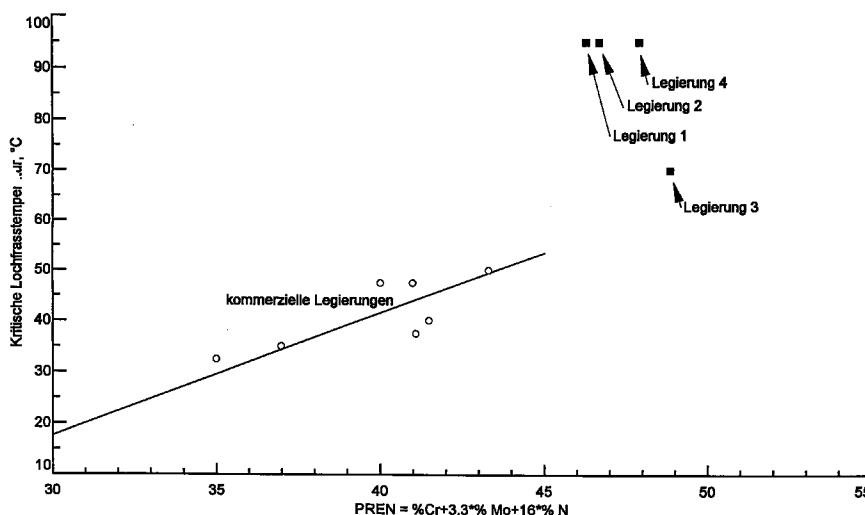


Fig. 1

EP 0 818 552 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine rostfreie ferritisch-austenitische Chrom-Nickel-Gußstahllegierung mit geringen Mengen aufeinander abgestimmter Gehalte weiterer Legierungsmittel, dessen Gefüge zu 50 Vol.-% aus Deltaferrit als Grundgefüge mit feinverteiltem Austenit als Rest besteht. Das zu etwa 50 % aus Ferrit, Rest Austenit bestehende Gefüge verleiht den Duplex-Stahllegierungen eine gute Korrosionsbeständigkeit und hohe Festigkeit.

Duplex-Legierungen dieser Art sind an sich bekannt. So beschreibt die europäische Patentschrift 0 220 141 eine rostfreie, hoch-stickstoffhaltige Duplexstahllegierung mit hoher Korrosionsbeständigkeit und Gefügestabilität, der höchstens 0,05 % Kohlenstoff, 23 bis 27 % Chrom, 5,5 bis 9 % Nickel, 0,25 bis 0,40 % Stickstoff, höchstens 0,8 % Silizium, höchstens 1,2 % Mangan, 3,5 bis 4,9 % Molybdän, höchstens 0,5 % Kupfer, höchstens 0,5 % Wolfram, höchstens 0,010 % Schwefel, bis 0,5 % Vanadium und bis 0,18 % Cer, Rest einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen Eisen enthält, dessen Gehalte an Legierungselementen innerhalb der angegebenen Gehaltsgrenzen in bestimmter Weise aufeinander abgestimmt sind.

Des weiteren ist aus der europäischen Patentschrift 0 156 778 eine korrosionsbeständige, rostfreie ferritisch-austenitische Duplexstahllegierung bekannt.

Diese Stahllegierungen haben sich wegen ihrer hohen Festigkeit und ihrer Beständigkeit gegen Lochfraß bzw. lokale Korrosion in Anwesenheit von Chloriden in der Praxis durchgesetzt; infolge ihrer Korrosionsbeständigkeit vermögen sie höherlegierte und demgemäß teurere Stahllegierungen zu ersetzen. Gleichwohl sind sie mit Nachteilen behaftet; denn ihre Korrosionsbeständigkeit ist im Vergleich zu gekneteten Stählen nur mäßig, weil es beim Erstarren zu einer Mikrosteigerung insbesondere von Molybdän und Chrom kommt, die von einer Verarmung an Molybdän und Chrom begleitet ist. Die molybdän- und chromverarmten Zonen des Gefüges sind naturgemäß von weniger Korrosionsbeständigkeit und erlauben daher den Beginn einer lokalen Korrosion und deren vergleichsweise leichte Ausbreitung.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, die Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit dieser Art von Gußstahllegierungen weiter zu verbessern.

Zur Lösung dieses Problems schlägt die Erfindung eine Gußstahllegierung mit bis 0,03% Kohlenstoff, bis 0,40% Mangan, bis 0,30% Silizium, 26,5 bis 27,5% Chrom, 8,0 bis 10,0% Nickel, bis 0,3% Kobalt, 4,25 bis 5,0% Molybdän, bis 1,0% Wolfram, bis 0,20% Vanadium, bis 0,3% Niob, bis 0,30% Tantal, 0,25 bis 0,30% Stickstoff, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen vor, der den folgenden Bedingungen genügt:

- $[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta)]/[(\%C) + (\%N)] = 0,5 \text{ bis } 1,0$
- $(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,30$.

Eine vergleichsweise hohe Korrosionsbeständigkeit und Zugfestigkeit ergibt sich auch, wenn die Stahllegierung aus bis 0,030% Kohlenstoff, bis 0,40% Mangan, bis 0,30% Silizium, 24,5 bis 26,5% Chrom, 6,5 bis 8,5% Nickel, 4,0 bis 4,5% Molybdän, bis 1,0% Wolfram, bis 0,2% Vanadium, bis 0,3% Niob, bis 0,30% Tantal, 0,25 bis 0,30% Stickstoff, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen enthält und den Bedingungen

- $[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta)]/[(\%C) + (\%N)] = 0,5 \text{ bis } 1,0$
- $(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,30$

genügt und im wesentlichen kobaltfrei ist.

Schließlich weist auch ein erfindungsgemäßer, ebenfalls im wesentlichen kobaltfreier Stahl mit bis 0,030% Kohlenstoff, bis 0,40% Mangan, bis 0,30% Silizium, 23,0 bis 24,0% Chrom, 5,5 bis 6,5% Nickel, 3,5 bis 4,0% Molybdän, bis 1,0% Wolfram, bis 0,2% Vanadium, bis 0,3% Niob, bis 0,3% Tantal, 0,25 bis 0,30% Stickstoff, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen eine in gleicher Weise verbesserte Korrosionsbeständigkeit und Zugfestigkeit auf, wenn er den folgenden Bedingungen genügt:

- $[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta) + (\%W)]/[(\%C) + (\%N)] = 1,8 \text{ bis } 3$
- $(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,25$.

Der erfindungsgemäße Stahl enthält vorzugsweise mindestens 0,1%, besser noch mindestens 0,2% Wolfram, Vanadium, Niob und Tantal einzeln oder nebeneinander. Der Wolframgehalt kann auch über 0,5% liegen, beispielsweise bei 0,55% oder auch bei 0,6%. Des weiteren kann der Gesamtgehalt an Wolfram und Tantal bei 0,05 bis 0,80% liegen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen des näheren erläutert.

Beispiel 1

Um die Erfindung für eine Basislegierung mit der nominellen Zusammensetzung: bis 0,030% Kohlenstoff, bis 0,30% Silizium, bis 0,40% Mangan, 8 bis 10% Nickel, bis 0,3% Kobalt, 0,25 bis 0,325% Stickstoff, 26,5 bis 27,5% Chrom, 4,25 bis 5,0% Molybdän, bis 1,0% Wolfram, bis 0,20% Vanadium, bis 0,3% Niob, bis 0,3% Tantal, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen zu veranschaulichen, wurden mehrere 200 kg-Schmelzen zu Feingußproben vergossen, lösungsgeglüht, und in Wasser abgeschreckt. Ihre Zusammensetzungen ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle I. Bei allen Versuchslegierungen bestand der Legierungsrest aus Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen.

Tabelle I

Legierung (%)	1	2	3	4
C	0,023	0,021	0,025	0,0145
Si	0,19	0,19	0,10	0,15
Mn	0,35	0,15	-	0,08
Ni	8,20	8,23	9,97	10,25
Co	0,16	0,18	<0,02	-
N	0,317	0,319	0,255	0,299
P	0,011	0,011	0,012	0,016
S	0,007	0,006	<0,005	0,005
Cr	26,69	26,92	27,72	27,48
Mo	4,40	4,44	4,88	5,03
W	0,78	0,77	0,09	0,10
V	0,16	0,16	0,013	-
Nb	0,010	0,012	0,22	0,26
Ta	<0,02	<0,02	<0,02	0,33
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest

Die Lochfraßbeständigkeit wurde in einer 6 % FeCl₃ enthaltenden Lösung im Temperaturbereich nach ASTM G 48-76 an lösungsgeglühten und in Wasser abgeschreckten Proben ermittelt. Dabei galt diejenige Temperatur als kritisch, bei der sich nach einem Aufenthalt von 72 Stunden in der Lösung noch kein Korrosionsangriff an der Probenoberfläche zeigte. Die betreffende Temperatur wurde mit einer Genauigkeit von +/- 2,5 °C gemessen. Bei diesen Versuchen steht eine hohe kritische Temperatur für ein verbessertes Korrosionsverhalten. Die bei den Versuchen gewonnenen Daten belegen die in starkem Maße verbesserte Korrosionsbeständigkeit der erfindungsgemäßen Gußstähle.

In der nachfolgenden Tabelle II sind die Ergebnisse der Korrosionsversuche mit den 4 Versuchslegierungen der Tabelle I zusammengestellt, deren kritische Lochfraßtemperatur in der vorerwähnten Weise nach ASTM G 48-76 bestimmt wurde. Die dabei ermittelten kritischen Temperaturen liegen im Vergleich zu handelsüblichen höherlegierten Gußstählen wesentlich höher; sie sind in der nachfolgenden Tabelle II den PREN-Werten der einzelnen Legierungen gegenübergestellt.

Tabelle II

Legierung	1	2	3	4
PREN *	46,3	46,7	47,9	48,9
T _k (°C)	95	95	95	70

$$* \text{ PREN} = (\% \text{Cr}) + 3,3 (\% \text{Mo}) + 16 (\% \text{N})$$

EP 0 818 552 A2

Das Diagramm der Figur 1 gibt die gemessenen kritischen Temperaturen in Abhängigkeit von den PREN-Werten herkömmlicher und der erfindungsgemäßen Gußstahllegierungen 1 bis 4 wieder. Dabei zeigt sich, daß die kritischen Temperaturen der erfindungsgemäßen Versuchslegierungen nicht der üblichen Abhängigkeit: $c_{pt} = f(\text{PREN})$ herkömmlicher rostfreier ferritisch-austenitischer Gußstahllegierungen

$$T_k = 2,397 \cdot \text{PREN} - 54,37$$

folgen.

Die in der Standardlösung nach ASTM G 48-76, Verfahren A, bei einer Versuchszeit von 72 Stunden ermittelten Werte zeigen, daß die erfindungsgemäßen Stähle mit ihren sorgfältig aufeinander abgestimmten Gehalten an Vanadium, Niob und Tantal einerseits sowie Kohlenstoff und Stickstoff andererseits im Falle einer 27% Cr-4,50% Mo-0,30% N-Gußstahllegierung bei einem PREN-Wert von annähernd 46 bis 48 eine merklich bessere Korrosionsbeständigkeit besitzen, wie sich aus Fig. 2 ergibt.

Die nachfolgende Tabelle III gibt die Zusammensetzungen herkömmlicher gegossener bzw. gekneteter Duplex-Stahllegierungen A bis E wieder.

Tabelle III

Legierung (%)	A gewalzt	B	C gewalzt	D	E
C	0,03	0,03	0,03	-	-
Si	0,35	0,31	0,20	-	-
Mn	0,75	0,54	0,80	-	-
P	0,019	0,031	0,012	-	-
S	0,005	0,011	0,002	-	-
Cr	25,5	27,2	27,4	25,0	27
Mo	4,1	3,1	3,1	3,0	3,1
Ni	7,0	8,3	8,0	5,5	8
Cu	0,24	2,71	2,51	1,7	1,0
V	-	-	-	-	-
W	-	-	-	-	-
N	0,27	0,23	0,24	0,18	0,22
Nb	-	-	-	-	-
Ta	-	-	-	-	-
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest

Die nachfolgende Tabelle IV zeigt die merklich besseren mechanischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Gußstahllegierungen 1 bis 4.

Bei den Zugversuchen kamen lösungsgeglühte und in Wasser abgeschreckte Proben zur Verwendung. Die bei den Versuchen festgestellten Mittelwerte sind in der Tabelle IV zusammengestellt.

Tabelle IV

Legierung	0,2-Streckgrenze (MPa)	1,0-Streckgrenze (MPa)	Zugfestigkeit (MPa)	Dehnung (%)	Einschn. (%)
1	579	687	796	8	20
2	590	678	826	18	34
3	622	709	824	7	13
4	589	707	764	4	13

Beispiel 2

Um die Erfindung für eine kobaltfreie Basislegierung mit einer nominellen Zusammensetzung von bis 0,025% Kohlenstoff, bis 0,25% Silizium, bis 0,40% Mangan, 6,5 bis 8,0% Nickel, 0,25 bis 0,30% Stickstoff, 24,5 bis 26,0% Chrom, 4,0 bis 4,5% Molybdän, 0,5 bis 1,0% Wolfram, 0,02 bis 0,30% Vanadium, bis 0,30% Niob, bis 0,30% Tantal, bis 0,30% Phosphor, bis 0,002% Schwefel, Rest Eisen zu veranschaulichen, wurden im Rahmen einer weiteren Versuchsreihe vier weitere Schmelzen 5 bis 8 als Beispiel für eine ebenfalls Vanadium, Niob und Tantal enthaltende Gußstahllegierung (25,0 Cr- 4,25 Mo-7,4 Ni-0,28 N-Fe), jedoch mit niedrigerem Chromgehalt hergestellt.

Tabelle V

Legierung (%)	5	6	7	8
C	0,010	0,026	0,011	0,016
Si	0,22	0,10	0,22	0,14
Mn	0,35	0,15	0,34	0,08
Ni	7,20	7,60	7,50	7,43
N	0,284	0,282	0,340	0,267
P	0,011	0,010	0,012	0,011
S	0,013	0,005	0,011	0,005
Cr	25,54	25,23	25,36	24,93
Mo	4,29	4,24	4,28	4,29
W	0,58	0,070	0,58	0,07
V	0,17	0,015	0,17	0,02
Nb	0,012	0,27	0,012	0,26
Ta	0,02	0,02	0,002	0,31
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest

Die nachfolgende Tabelle VI gibt die kritische Lochfraß-Temperaturgrenze der Versuchslegierungen 5 bis 8 bei dem oben geschilderten Versuch nach ASTM G 48-76 wieder. Die dabei ermittelten kritischen Temperaturen (T_k) liegen im Vergleich zu handelsüblichen Gußstahllegierungen wesentlich höher; sie sind den jeweiligen PREN-Werten der einzelnen Legierungen gegenübergestellt.

Tabelle VI

Legierung	5	6	7	8
PREN	44,24	43,7	44,9	43,3
T _k (°C)	80	80	55	65

Das Diagramm der Figur 3 zeigt die gemessenen kritischen Temperaturen in Abhängigkeit von den PREN-Werten herkömmlicher Gußstahllegierungen und der erfindungsgemäßen Gußstahllegierungen 5 bis 8. Dabei zeigt sich, daß die kritischen Temperaturen der erfindungsgemäßen Versuchslegierungen nicht der üblichen Abhängigkeit $T_k = f(\text{PREN})$ herkömmlicher rostfreier ferritisch-austenitischer Gußstahllegierungen:

$$T_k (\text{°C}) = 2,397 \cdot \text{PREN} - 54,37$$

folgen.

Die in der Standardlösung nach einer Versuchszeit von 72 Stunden ermittelten Werte zeigen, daß die erfindungsgemäßen Legierungen mit ihren sorgfältig aufeinander abgestimmten Gehalten an Vanadium, Niob und Tantal einerseits sowie Kohlenstoff und Stickstoff andererseits für den Fall einer 25Cr-4,3Mo-0,28N-Legierung bei einem PREN-Wert von etwa 44% eine merklich bessere Korrosionsbeständigkeit besitzen; dies ergibt sich aus dem Diagramm der Fig. 4.

Die Zusammensetzungen der dem Diagramm der Figur 3 zugrundeliegenden herkömmlichen gegossenen bzw. gekneteten Legierungen F bis K ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle VII.

Tabelle VII

Legierung (%)	F	G	H	I	K
C	0,03	0,03	0,03	--	--
Si	0,35	0,31	0,20	--	--
Mn	0,75	0,54	0,80	--	--
P	0,019	0,031	0,012	--	--
S	0,005	0,011	0,002	--	--
Cr	25,5	27,2	27,4	25,0	27
Mo	4,1	3,1	3,1	3,0	3,1
Ni	7,0	8,3	8,0	5,5	8
Cu	0,24	2,71	2,51	1,7	1,0
V	--	--	--	--	--
W	--	--	--	--	--
N	0,27	0,23	0,24	0,18	0,22
Nb	--	--	--	--	--
Ta	--	--	--	--	--
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest

Die Festigkeitseigenschaften der erfindungsgemäßen Legierungen 5 bis 8 ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle VIII.

Tabelle VIII

Legierung	0,2-Streckgrenze (MPa)	1,0-Streckgrenze (MPa)	Zugfestigkeit (MPa)	Dehnung (%)	Einschn. (%)
5	541	640	775	17	40
6	--	--	--	--	--
7	567	664	813	20	36
8	565	659	746	7	19

Beispiel 3

Zur Veranschaulichung der Erfindung für eine ebenfalls kobaltfreie Basislegierung mit geringerem Chromgehalt der nominellen Zusammensetzung: bis 0,03% Kohlenstoff, bis 0,3% Silizium, bis 0,4% Mangan, 5,5 bis 6,5% Nickel, 0,25 bis 0,3% Stickstoff, 23 bis 24% Chrom, 3,5 bis 4% Molybdän, bis 1% Wolfram, bis 0,2% Vanadium, bis 0,3% Niob, bis 0,3% Tantal, bis 0,015% Phosphor und bis 0,005% Schwefel, Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen wurden vier weitere Versuchslegierungen 9 bis 12 in der im Zusammenhang mit dem Beispiel 1 beschriebenen Weise hergestellt sowie hinsichtlich ihrer Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit untersucht.

Die Zusammensetzung der Versuchslegierungen 9 bis 12 ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle IX.

Tabelle IX

Legierung (%)	9	10	11	12
C	0,021	0,022	0,021	0,015
Si	0,18	0,09	0,18	0,19
Mn	0,32	0,13	0,31	0,08
P	0,008	0,007	0,008	0,0095
S	0,005	<0,005	<0,005	0,005
Cr	23,41	23,03	23,42	23,68
Mo	3,85	3,59	3,87	3,61
Ni	6,35	6,19	6,40	5,93
V	0,15	0,012	0,15	--
W	0,63	0,11	0,63	0,08
N	0,25	0,279	0,26	0,278
Nb	0,013	0,25	0,013	0,26
Ta	<0,02	<0,02	0,02	0,22
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest

Die bei dem bereits beschriebenen Korrosionsversuch ermittelten kritischen Temperaturen T_k der Versuchslegierungen 9 bis 12 ergeben sich zusammen mit dem jeweiligen PREN-Wert aus der nachfolgenden Tabelle X.

Tabelle X

Legierung	9	10	11	12
PREN	40,1	39,3	40,4	40,0
T_k (°C)	70	25	70	60

Das Diagramm der Fig. 5 zeigt wiederum, daß die ermittelten kritischen Temperaturen der erfindungsgemäßen Versuchslegierungen nicht der oben im Zusammenhang mit dem Beispiel 1 bereits erwähnten Abhängigkeit vom PREN-Wert folgen. Die erfindungsgemäßen Versuchslegierungen mit ihren sorgfältig aufeinander abgestimmten Gehalten an Vanadium, Wolfram, Niob, Tantal sowie Kohlenstoff und Stickstoff besitzen bei einem PREN-Wert von etwa 40, wie sich aus dem Diagramm der Fig. 6 ergibt, eine merklich bessere Korrosionsbeständigkeit.

Die Zusammensetzungen der dem Diagramm der Fig. 5 zugrundeliegenden vergossenen bzw. gekneteten Vergleichslegierungen L bis Q ergeben sich aus der nachfolgenden Tabelle XI.

Tabelle XI

Legierung (%)	L	M	N	O	P	Q
C	0,03	0,03	0,03	0,03	--	--
Si	0,83	0,35	0,31	0,20	--	--
Mn	1,39	0,75	0,54	0,80	--	--
P	0,018	0,019	0,031	0,012	--	--
S	0,01	0,005	0,011	0,002	--	--
Cr	22,3	25,5	27,2	27,4	25,0	27
Mo	2,88	4,1	3,1	3,1	3,0	3,1
Ni	5,33	7,0	8,3	8,0	5,5	8
Cu	--	0,24	2,71	2,51	1,7	1,0
V	--	--	--	--	--	--
W	--	--	--	--	--	--
N	0,167	0,27	0,23	0,24	0,18	0,22
Nb	--	--	--	--	--	--
Ta	--	--	--	--	--	--
Fe	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest	Rest

Die gemittelten mechanischen Eigenschaften der erfindungsgemäßen Versuchslegierungen 9 bis 12 gibt die nachfolgende Tabelle XII wieder.

Tabelle XII

Legierung	0,2-Strgr. (MPa)	1,0-Strgr. (MPa)	Zugf. (MPa)	Dehnung (l/d = 5) (%)	Einschn. (%)
9	524	617	759	19	36
10	520	609	770	14	23
11	517	604	716	15	28
12	527	629	751	10	23

Im Vergleich zu herkömmlichen rostfreien ferritisch-austenitischen Stahllegierungen zeigen die Daten der Tabelle XII eine Verbesserung der Festigkeit bei angemessener Duktilität.

Patentansprüche

1. Rostfreie ferritisch-austenitische Gußstahllegierung mit hoher Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, insbesondere Lochfraßbeständigkeit mit

EP 0 818 552 A2

bis 0,030%	Kohlenstoff
bis 0,30%	Silizium
bis 0,40%	Mangan
8 bis 10,0%	Nickel
bis 0,30%	Kobalt
0,25 bis 0,32%	Stickstoff
26,5 bis 27,5%	Chrom
4,25 bis 5,0%	Molybdän
bis 1,0%	Wolfram
bis 0,20%	Vanadium
bis 0,3%	Niob
$(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,30$	
bis 0,3%	Tantal
bis 0,015%	Phosphor
bis 0,005%	Schwefel,

Rest Eisen einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen, deren Gehalte an Vanadium, Niob, Tantal, Kohlenstoff und Stickstoff der folgenden Bedingung genügen:

$$[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta)]/[(\%C) + (\%N)] = 0,40 \text{ bis } 1,0.$$

2. Rostfreie ferritisch-austenitische Gußstahllegierung mit hoher Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, insbesondere Lochfraßbeständigkeit mit

bis 0,030%	Kohlenstoff
bis 0,30%	Silizium
bis 0,40%	Mangan
6,5 bis 8,5%	Nickel
0,25 bis 0,30%	Stickstoff
24,5 bis 26,5%	Chrom
4,0 bis 4,5%	Molybdän
bis 1,0%	Wolfram
bis 0,20%	Vanadium
bis 0,3%	Niob
$(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,3$	
bis 0,3%	Tantal
bis 0,015%	Phosphor
bis 0,005%	Schwefel,

Rest einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen Eisen, dessen Gehalte an Vanadium, Niob, Tantal, Kohlenstoff und Stickstoff der Bedingung

EP 0 818 552 A2

$$[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta)]/[(\%C) + (\%N)] = 0,5 \text{ bis } 1,0.$$

3. Rostfreie ferritisch-austenitische Gußstahllegierung mit hoher Zugfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit, insbesondere Lochfraßbeständigkeit mit

bis 0,030%	Kohlenstoff
bis 0,30%	Silizium
bis 0,40%	Mangan
5,5 bis 6,5%	Nickel
0,25 bis 0,3%	Stickstoff
23 bis 24%	Chrom
3,5 bis 4,0%	Molybdän
bis 1,0%	Wolfram
bis 0,2%	Vanadium
bis 0,30%	Niob
$(\%V) + (\%Nb) = 0,15 \text{ bis } 0,30$	
bis 0,3%	Tantal
bis 0,015%	Phosphor
bis 0,005%	Schwefel,

Rest einschließlich erschmelzungsbedingter Verunreinigungen Eisen deren Gehalte an Vanadium, Niob, Tantal, Kohlenstoff und Stickstoff den folgenden Bedingungen genügen:

$$[(\%V) + (\%Nb) + (\%Ta) (\%W)]/[(\%C) + (\%N)] = 1,8 \text{ bis } 3.$$

4. Gußstahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit mindestens 0,1% Wolfram, Vanadium, Niob und Tantal einzeln oder nebeneinander.
5. Gußstahllegierung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 mit einem Gesamtgehalt an Wolfram und Titan von 0,05 bis 0,80%.
6. Verwendung einer Stahllegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 als Werkstoff für Gegenstände, die bei guter Zähigkeit einer hohen Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, insbesondere Lochfraßbeständigkeit in chloridischen Medien bedürfen.

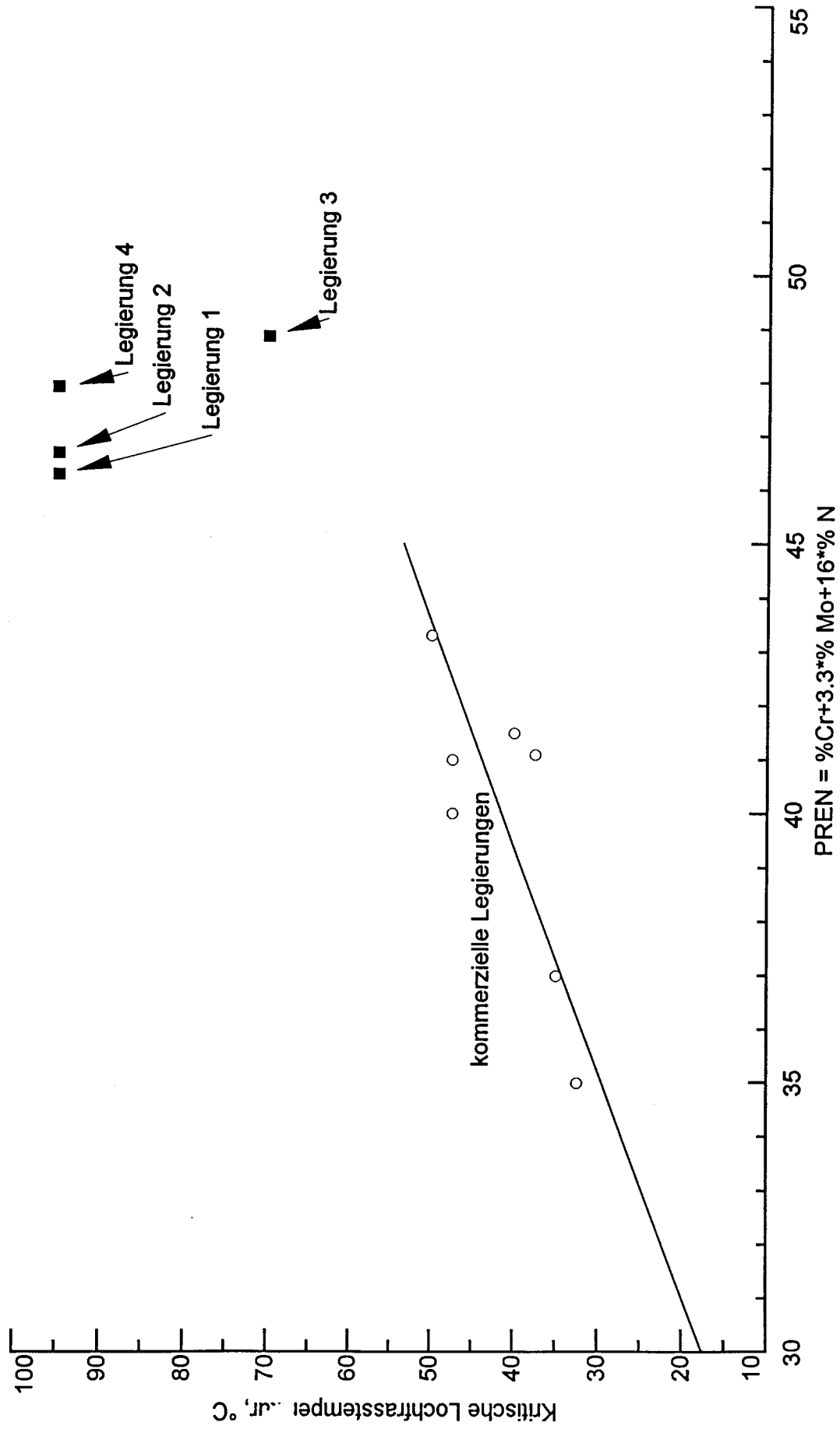
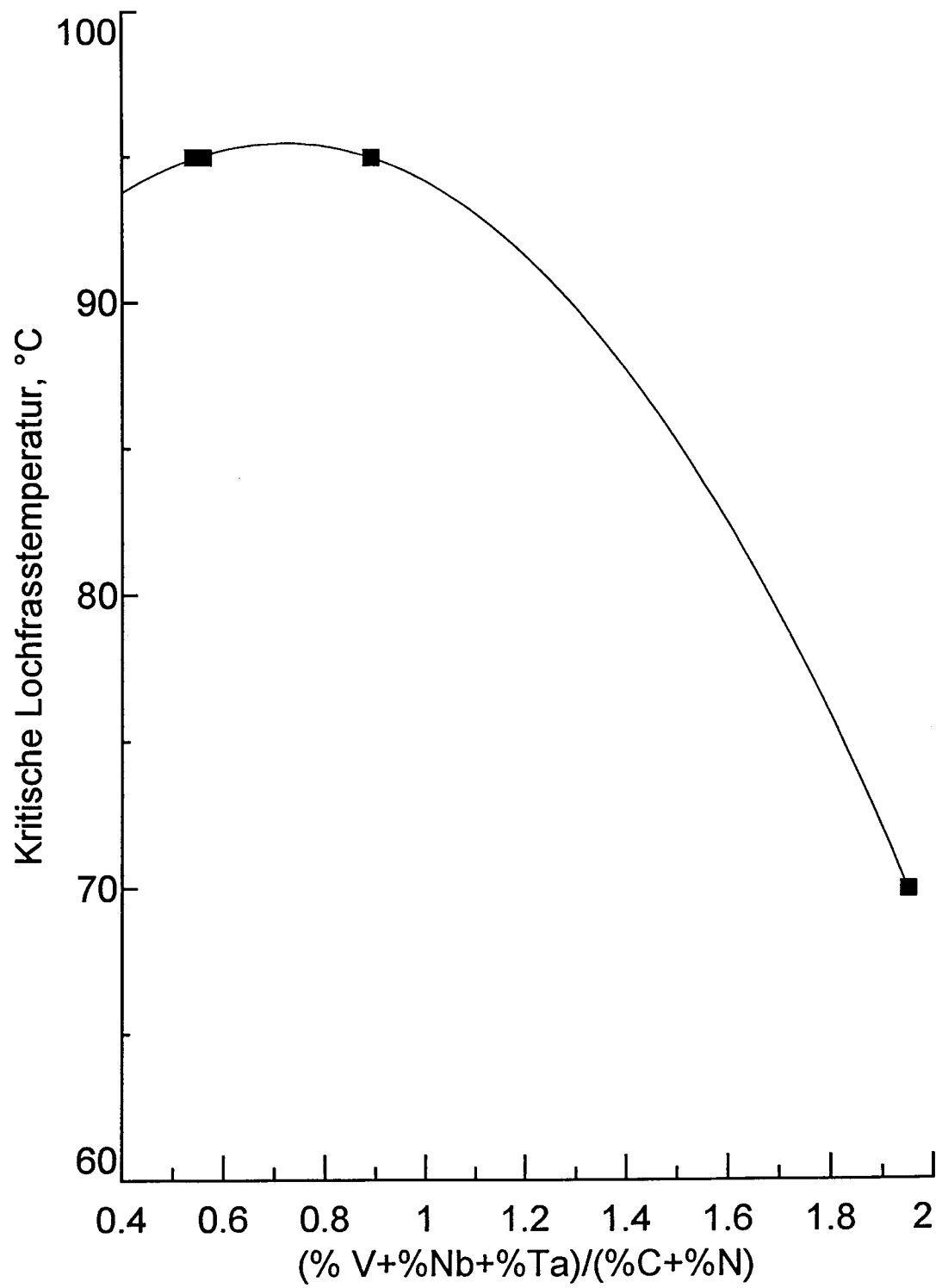


Fig. 1

**Fig. 2**

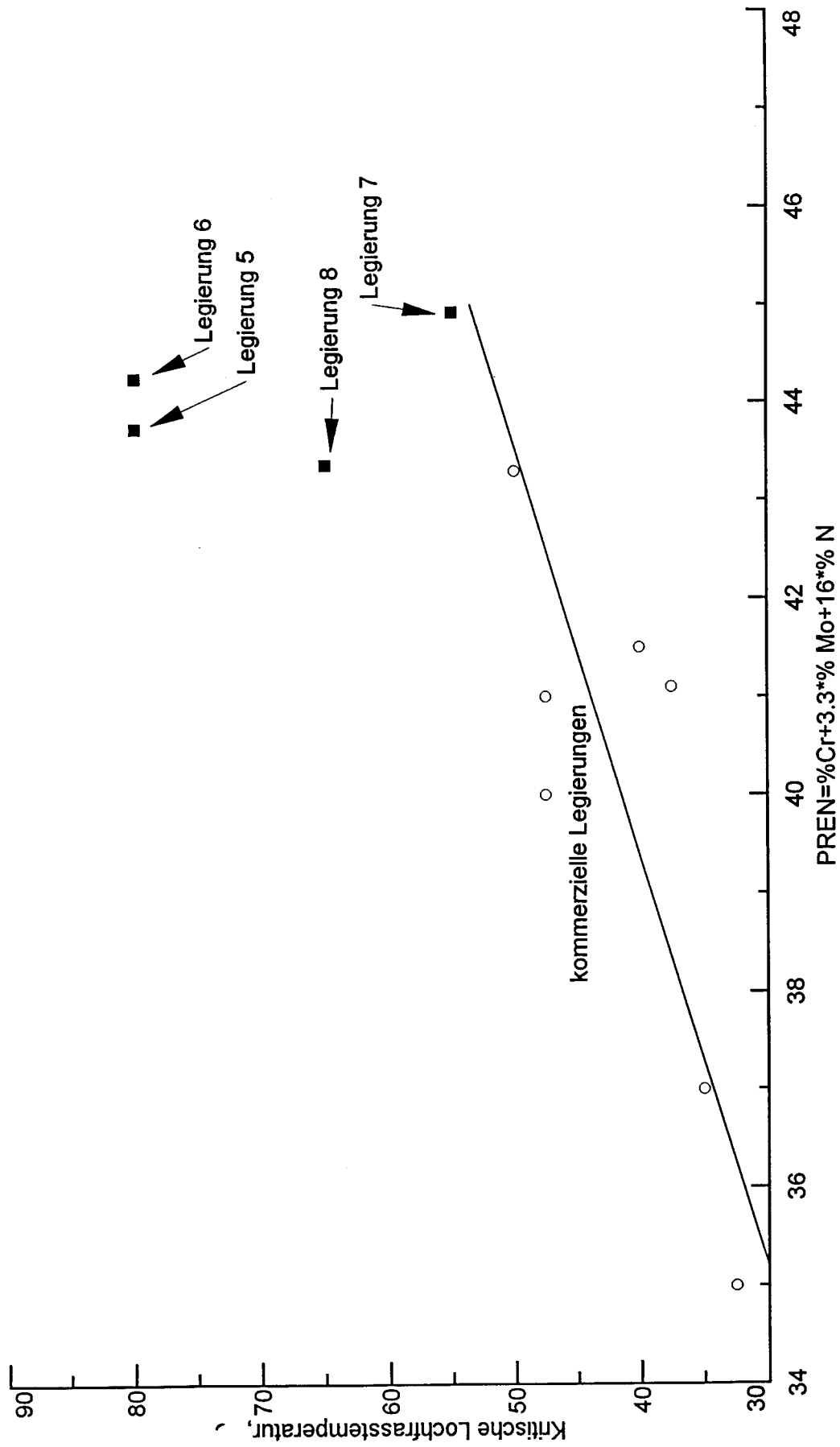
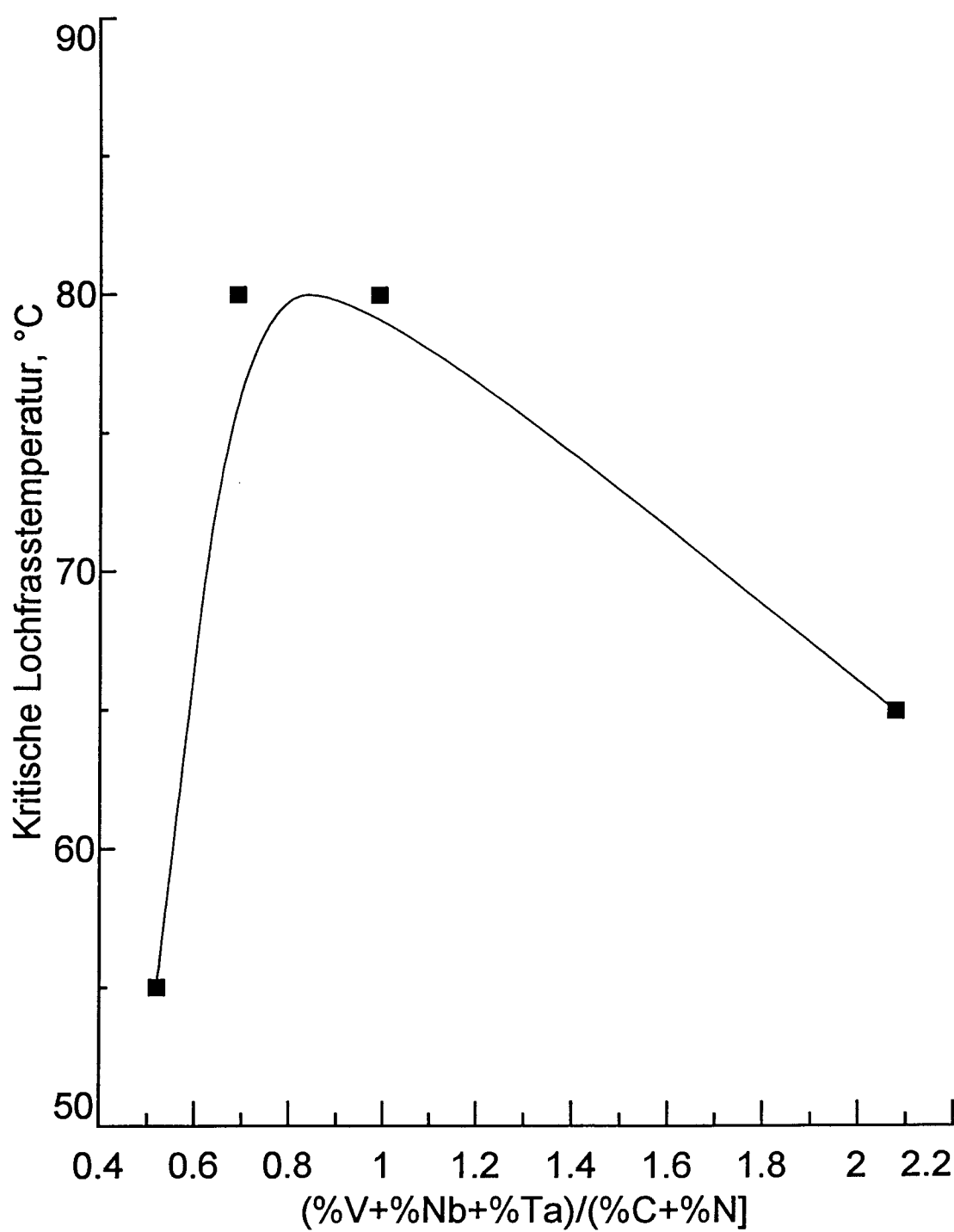


Fig. 3

**Fig. 4**

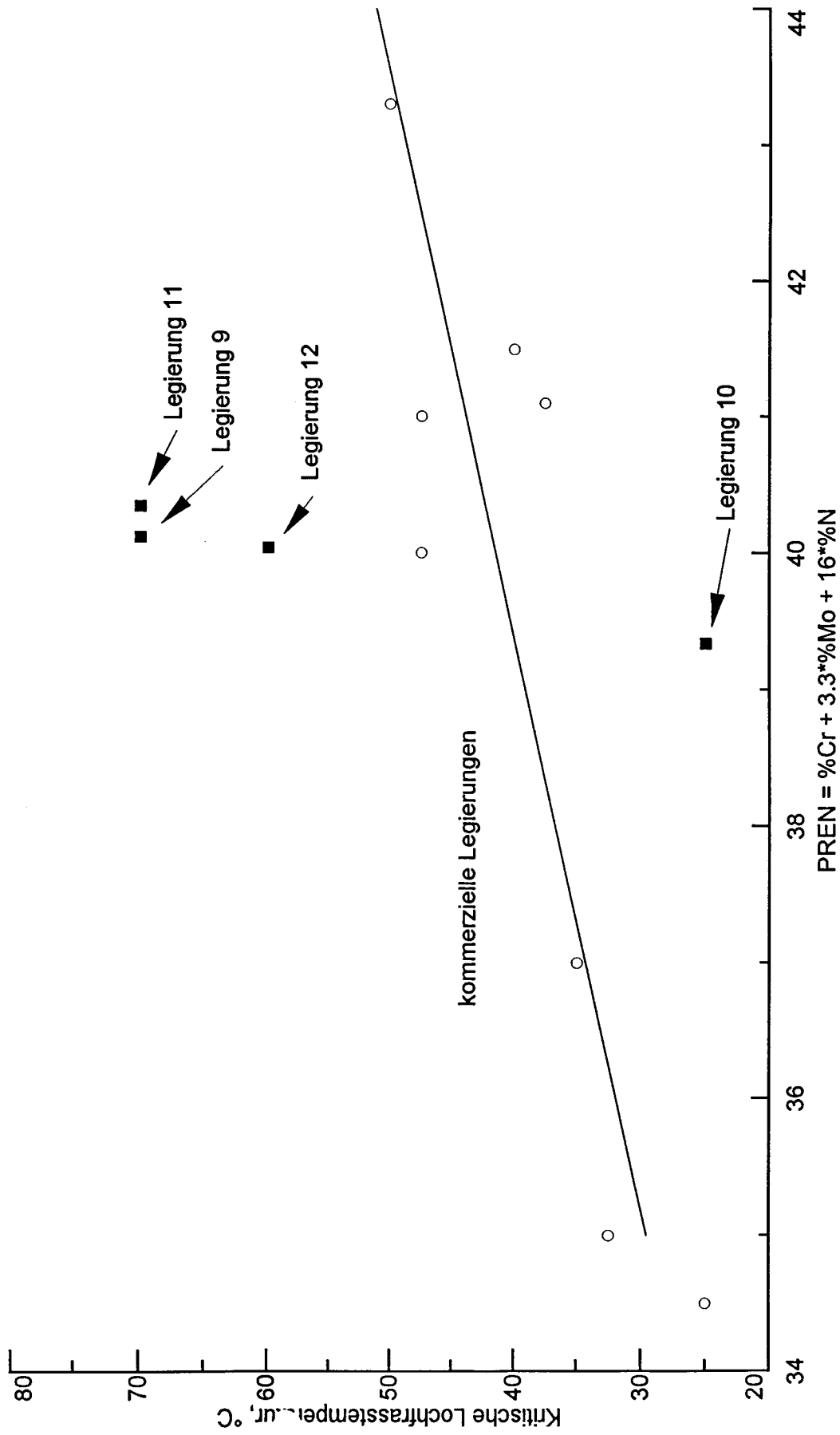
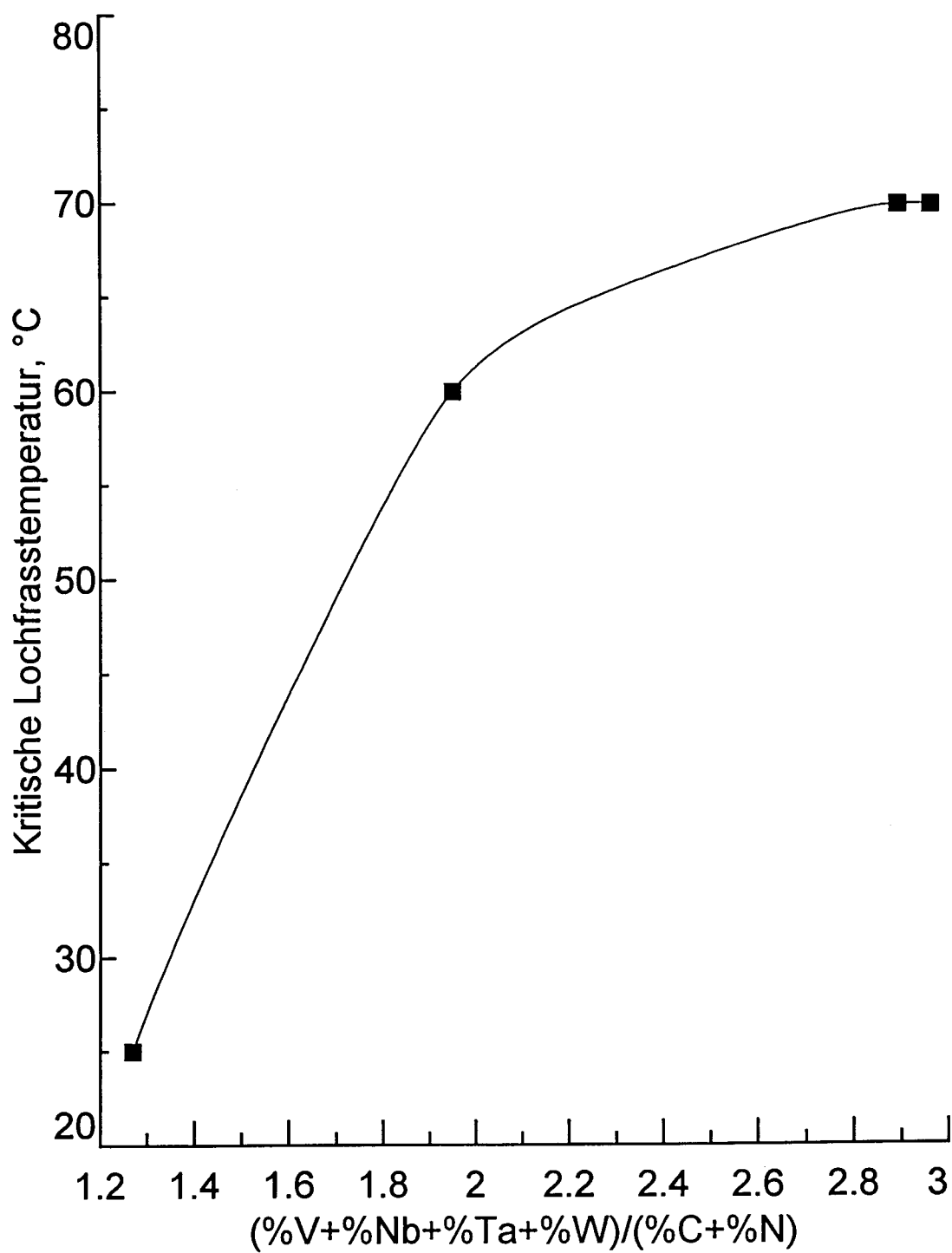


Fig. 5

**Fig. 6**