

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 679 727 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95105326.3**

(51) Int. Cl.⁶: **C22F 1/08**

(22) Anmeldetag: **08.04.95**

(30) Priorität: **29.04.94 DE 4415067**

D-90478 Nürnberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.11.95 Patentblatt 95/44

(72) Erfinder: **Gaag, Norbert, Dipl. Ing.**
Röthenbacher Strasse 4d
D-91207 Lauf (DE)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB IT

Erfinder: **Ruchel, Peter, Dr. Ing.**
Kattowitzerstrasse 15
D-91207 Lauf (DE)

(71) Anmelder: **DIEHL GMBH & CO.**
Stephanstrasse 49

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung und deren Verwendung.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung mit einer Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 1,5 - 5,5 %, Si 0,2 - 1,0 %, Fe 0 - 0,5 %, Mg 0 - 0,1 % (alle Angaben in Gewichtsprozenten) und deren Verwendung für druckeinglasungsfähige Gehäuse. Das Verfahren ermöglicht eine Legierung mit sehr hoher Streckgrenze bei sehr guter Leitfähigkeit und guter Kaltverformbarkeit und unterscheidet sich von dem üblichen Herstellungsverfahren solcher Legierungen durch eine Aufheizung auf etwa 950 °C und ziemlich schnelle Abkühlung nach einem vorangegangenen Kaltwalzen. Eine Verbesserung der Eigenschaften kann durch Auslagern der Legierung bei 300 °C bis 600 °C für mehrere Stunden erfolgen.

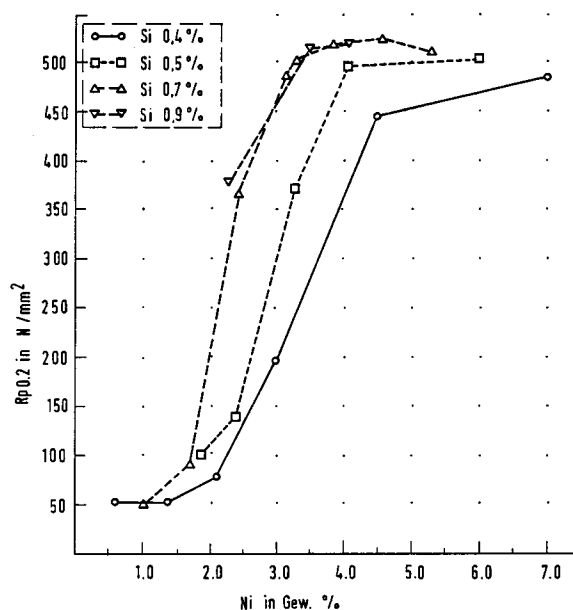


Abb. 1 Rp 0,2 bei verschiedenen Ni-Gehalten

EP 0 679 727 A2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung mit einer Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 1,5 - 5,5 %, Si 0,2 - 1,0 %, Fe 0 - 0,5 %, Mg 0 - 0,1 % (alle Angaben in Gewichtsprozent). Legierungen dieser Art sind seit langem bekannt und werden mit oder ohne weitere Zusätze insbesondere als Leitermaterial in der Elektrotechnik, insbesondere als Leitermaterial für elektronische Bauteile verwendet.

In der DE-AS 1 278 110 wird beispielsweise eine Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung, bestehend aus 2 % Ni und 0,5 % Si, Rest Kupfer, beschrieben, bei der jedoch bei zwar guter Festigkeit die Verformbarkeit als sehr schlecht beurteilt wird. In dieser Druckschrift sind auch Kupfer-Nickel-Silizium-Legierungen (CuNiSi) beschrieben, bei welchen der Zusatz geringer Mengen Chrom wesentlich ist. Diese Legierungen haben eine gute Kaltverformbarkeit, wo hingegen die Frage der Leitfähigkeit bei der dort beschriebenen Anwendung keine Rolle spielt.

Aus der DE 34 17 273 A1 ist weiterhin eine Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung mit einem Zusatz von Phosphor als elektrisches Leitermaterial bekannt. Bei dieser Legierung steht eine gute elektrische Leitfähigkeit bei ausreichender Festigkeit im Vordergrund.

Die Erfindung wendet sich hingegen einem anderen technischen Gebiet zu. Sie soll Verwendung finden dort, wo es auf eine gute elektrische Leitfähigkeit, gute Kaltverformbarkeit während des Verfahrens und sehr hohe Streckgrenze ankommt, mit der Besonderheit, daß die Streckgrenze der Legierung sich bei Abkühlen aus hohen Temperaturen erhöht. Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung ist daher bei druckeinschlusfähigen metallischen Gehäusen, insbesondere jenen, bei denen es auf eine hermetische Dichtung der Druckeinschlusung im Gehäuse ankommt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, mit welchem eine Kupfer-Legierung hergestellt werden kann, die ihre Streckgrenze bei der Abkühlung erhöht und die neben einer sehr hohen Streckgrenze eine gute Leitfähigkeit (elektrisch und thermisch) und Kaltverformbarkeit aufweist.

Erfindungsgemäß wird eine solche Legierung (CuNiSi) der eingangs genannten Zusammensetzung mit folgenden Verfahrensschritten hergestellt.

- a) Guß der Legierung
- b) Lösungsglühen bei 700 - 900 °C während 14 bis 1 Stunde
- c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 80 %
- d) Aufheizen auf 950 °C
- e) Abkühlen mit höchstens 100 °C/Min auf mindestens 350 °C.

Wesentlich für das Erzielen einer hohen Streckgrenze, welche sich, wie nachfolgend noch erläutert werden wird, in ganz überraschendem Maße von derjenigen üblicher CuNiSi-Legierungen unterscheidet, ist eine Aufheizung und Wiederabkühlung der Legierung entsprechend den Merkmalen d) und e). Der Wert von 950 °C soll ungefähr, d.h. mit einer Toleranzgrenze von 20 bis 30 °C eingehalten werden. Wichtig für die auffallend hohe Streckgrenze ist auch, daß Zusätze an anderen Elementen nur in sehr geringem Umfange vorhanden sind, vorzugsweise jedoch ganz vermieden werden. Der Verfahrensschritt b) Lösungsglühen ist vorteilhaft, aber im Sinne der Erfindung nicht zwingend.

Die Abkühlgeschwindigkeit im Verfahrensschritt e) soll höchstens 100 °C/Min betragen, vorzugsweise niedriger aber nicht höher sein.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Legierungen erreichen Streckgrenzen von 400 bis 450 N/mm². Die Leitfähigkeit erreicht Werte bis maximal etwa 36 % IACS.

Eine weitere Verbesserung der vorgenannten Eigenschaften der Legierung erreicht man durch ein zusätzliches Auslagern der Legierung nach deren Abkühlen. Dieses Auslagern erfolgt in einer Weiterbildung der Erfindung bei 300 bis 600 °C während einer Zeit von 8 bis 1 Stunde. Die Werte für die Streckgrenze steigen bis zu 550 N/mm², die Leitfähigkeit erreicht Werte bis 50 % IACS. Proportional mit der elektrischen Leitfähigkeit steigt auch die Wärmeleitfähigkeit von etwa 150 W/m °K auf Werte von 200 W/m °K.

Die Tiefziehbarkeit der Legierung wird gemäß einer Weiterbildung der Erfindung dadurch verbessert, daß nach dem Kaltwalzen ein Zwischenschritt Weichglühen bei 400 °C bis 750 °C während 8 Stunden bis 1 Minute eingeschaltet wird.

Weitere Fortbildungen der Erfindung sehen nach dem Guß der Legierung eine Warmverformung vor sowie einen Schmiedevorgang.

Gemäß weiterer Ausbildung der Erfindung sind hohe Streckgrenze, hohe Leitfähigkeit und gute Kaltverformbarkeit der Legierung bei einer Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 1,8 - 4,7 %, Si 0,4 - 0,9 %, Fe 0 - 0,1 % ausgeprägt, besonders bevorzugt ist jedoch die Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 2,3 - 4,5 %, Si 0,4 - 0,9 %.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand der Zeichnungen noch näher erläutert werden.

Es zeigen:

Abb. 1 den Zusammenhang zwischen Streckgrenze und Nickelgehalt,

- Abb. 2 den Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Nickelgehalt,
- Abb. 3 den Zusammenhang zwischen Kaltverformbarkeit, Streckgrenze und Nickelgehalt bei konstant Si 0,7 %,
- Abb. 4 den Nutzungsbereich der Legierung in Abhängigkeit von Nickel- und Siliziumgehalt,
- 5 Abb. 5 den Zusammenhang zwischen Streckgrenze und Leitfähigkeit und Auslagerungstemperatur,
- Abb. 6 den Einfluß von Zusätzen auf die Streckgrenze.

Bei der Untersuchung der Legierungen stellte sich überraschend heraus, daß eine Zwischenglühung mit einer Temperatur von etwa 950 °C und bestimmter Abkühlung auf etwa 350 °C eine ungewöhnliche Steigerung der Streckgrenze zur Folge hat. Eine hohe Streckgrenze, welche mit zunehmender Tendenz bei der Abkühlung der Legierung aus hohen Temperaturen entsteht, ist wesentlich für jene Anwendungsfälle, wo die Legierung zur Herstellung von Gehäusen dient, bei denen die Drahtdurchführungen von außen ins Innere des Gehäuses in Form einer Druckeinglasung erfolgt (Hybridgehäuse). Die Druckeinglasung und deren Probleme im einzelnen sind beispielsweise in der Patentanmeldung P 42 19 953.0 näher beschrieben. Aufgrund der hohen Streckgrenze der vorgeschlagenen Legierung ist auch bei Abkühlung des Metalls nach der Druckeinglasung noch immer genügend Restspannung vorhanden, um eine hermetische Dichtung im Bereich der Druckeinglasung zu erzielen. Einher geht mit dieser hohen Streckgrenze eine sehr gute elektrische und thermische Leitfähigkeit. In Verbindung mit einem vorangehenden Warmverformungsschnitt ist anstelle des Tiefziehens auch ein Schmieden der Legierung möglich.

In den Tabellen 1 und 2 sind die untersuchten Legierungen mit ihrer Zusammensetzung und den sich ergebenden Eigenschaften dargestellt.

25

30

35

40

45

50

55

EP 0 679 727 A2

Tabelle 1

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Legierungen					
Leg.-Nr.	Cu	Ni	Si	Mg	Fe
1873	98,26	1,01	0,64		
1874	97,61	1,70	0,65		
1875	96,92	2,42	0,65		
1876	96,20	3,15	0,65		
1877	95,48	3,85	0,66		
1878	94,70	4,57	0,70		
1879	93,98	5,30	0,66		
1880	98,98	0,56	0,37		
1881	98,15	1,36	0,38		
1882	97,51	2,09	0,36		
1883	96,82	2,50	0,67		
1884	97,57	1,86	0,52		
1885	98,76	0,96	0,27		
1886	95,60	3,50	0,95		
1887	94,28	4,60	1,16		
1898	96,61	2,99	0,39		
1899	95,10	4,50	0,41		
1900	96,84	2,27	0,86		
1901	94,96	4,08	0,89		
1902	94,12	4,96	0,90		
1903	93,24	5,83	0,86		
1904	97,17	2,38	0,47		
1905	96,26	3,28	0,47		
1906	95,37	4,07	0,49		
1908	96,72	2,75	0,56		
1892	96,73	2,5	0,7	0,052	
1909	96,71	2,52	0,70	0,029	
1910	96,82	2,46	0,67		0,056
1896	96,64	2,48	0,7		0,11
1911	96,30	2,55	0,68		0,46
1912	96,01	3,30	0,66		

Eigenschaften nach der Glühung bei 950 °C

Tabelle 2

5

	Leg.-Nr.	Therm.Leitf. (W/m°K)	IACS (%)	R _{p0,2} (N/mm ²)	HV 5	Kaltformbarkeit vor Glühung	Bemerkung
10	1880 1881 1882 1898 1899	144 134 125 118 115	33,1 30,8 28,6 27,1 26,3	52 51 78 196 444	36 43 58 96 172	gut " " " "	Si konst. 0,4 % (Soll) Ni steigend
15	1884 1904 1905 1906	115 120 128 128	26,4 27,6 29,3 29,4	101 140 372 495	61 75 161 190	gut " " "	Si konst. 0,5 % (Soll) Ni steigend
20	1873 1874 1875 1876 1912	100 99 118 138 142	23,0 22,6 27,1 31,6 32,5	56 93 367 487 502	40 63 156 193 197	gut " " eingeschränkt "	Si konst. 0,7 % (Soll) Ni steigend
25	1877 1878 1879	147 150 141	33,8 34,4 32,3	518 523 511	199 203 193	" schlecht "	
30	1900 1886 1901 1902 1903	99 137 157 158 147	22,8 31,3 35,9 36,3 33,6	377 512 517 448 434	168 193 195 181 187	gut schlecht " " "	Si konst. 0,9 % (Soll) Ni steigend
35	1885 1884 1883 1886 1887	160 115 123 137 150	36,7 26,4 28,1 31,3 34,3	62 101 380 512 444	39 61 165 193 190	gut " " schlecht "	Ni/Si Verhältnis konst. 3,5
40	1904 1908 1876 1901	120 129 138 157	27,6 29,5 31,6 35,9	140 383 487 517	75 160 193 195	gut " eingeschränkt schlecht	Ni/Si Verhältnis konst. 4,5
45	1892 1909 1910 1896 1911	119 120 118 120 119	27,2 27,5 27,1 27,6 27,2	398 388 406 417 348	187 167 170 183 147	gut " " " "	Zusatz Mg Zusatz Mg Zusatz Fe Zusatz Fe Zusatz Fe
50							

50

Aus den vorstehenden Versuchsergebnissen lassen sich folgende Tendenzen bezüglich Leitfähigkeit, Streckgrenze und Kaltverformbarkeit entnehmen.

Bei konstant gehaltenem Siliziumgehalt steigen Leitfähigkeit (elektrisch und thermisch) und Streckgrenze mit steigendem Nickelgehalt an (mit Ausnahme der Legierung mit 0,4 % Si).

Bei konstant gehaltenem Nickelgehalt steigen diese Werte mit steigendem Siliziumgehalt an.

Die Kaltverformbarkeit wird besser bei abnehmenden Siliziumgehalt und/oder bei abnehmenden Nickelgehalt.

Es wurde ferner gefunden, daß durch Auslagern nach dem gezielten Abkühlen eine weitere Steigerung von Streckgrenze und Leitfähigkeit erzielbar ist.

Aus den Tabellen ergibt sich auch, daß der bevorzugt nutzbare Bereich der Zusammensetzung der Legierung bei Nickel von etwa 1,8 bis 4,7 % und der von Silizium bei 0,4 bis 0,9 %, Rest Kupfer, liegt. Eine Zugabe von Eisen bis zu 0,1 % führt zu einer leichten Erhöhung der Streckgrenze, bei höheren Gehalten an Eisen sinkt diese wieder ab. Gleiches gilt für Magnesium, bei welchem bis zu 0,07 % Anteil eine Erhöhung der Streckgrenze möglich ist, bei höheren Gehalten von Magnesium diese hingegen steil abfällt. Zugaben anderer Elemente wie P, Cr, Mn, Zr, Al und Ti sind vorstellbar, setzen jedoch die Streckgrenze deutlich herab und sind daher bereits aus diesem Grunde nicht vorteilhaft.

Eine Erklärung für die Erhöhung der Streckgrenze bei steigendem Nickelgehalt ist darin zu sehen, daß sich an den Korngrenzen immer mehr Nickelsilizide ausscheiden. Dadurch entsteht eine Korngrenzenverfestigung, die den genannten Effekt der Streckgrenzenerhöhung bewirkt. Bei zu hohen Nickelgehalten wachsen die Ausscheidungen an den Korngrenzen zusammen, die dadurch entstehende Sprödigkeit der Legierung verhindert eine gute Kaltverformbarkeit. Siehe auch Abb. 1 und 3. Werden die Nickelgehalte oder die Siliziumgehalte zu gering, so sinkt die Streckgrenze zu sehr ab, die Legierung ist für den angestrebten Anwendungsfall nicht mehr brauchbar. Aus der Abb. 1 ist entnehmbar, daß bei konstantem Siliziumgehalt die Streckgrenze innerhalb eines kleinen Bereiches der Veränderung des Nickelgehaltes sehr steil ansteigt. Im Bereich dieses Steilanstiegs, nämlich an dessen oberen Ende, ist die besonders bevorzugte Zusammensetzung der Legierung für den angestrebten Zweck zu suchen. Aus der Abb. 2 ergibt sich, daß mit Ausnahme für Legierungen mit einem Siliziumgehalt von 0,4 % (oder darunter) die Leitfähigkeit in den bevorzugten Bereichen des Nickelgehaltes ebenfalls sehr gute Werte annimmt.

In Abb. 3 ist die Kaltverformbarkeit und die Änderung der Streckgrenze bei konstant bleibendem Siliziumgehalt von 0,7 % in Abhängigkeit von sich ändernden Nickelgehalten aufgetragen. Man erkennt, daß die Kaltverformbarkeit in etwa umgekehrt proportional zur Änderung der Streckgrenze verläuft.

In Abb. 4 umschließen die beiden äußeren Kurven das durch die beschriebenen Legierungen nutzbare Gebiet "A", welches in einem Bereich des Siliziums zwischen 0,2 und 1,0 % und bei Nickel im Bereich zwischen 1,5 und etwa 5,5 % liegt. Der besonders bevorzugte Bereich "B", in welchem gleichzeitig hohe Streckgrenze mit hoher Leitfähigkeit und guter Kaltverformbarkeit verbunden sind, liegt zwischen 0,4 und 0,9 % Si und 2,3 und 4,5 % Ni. Man erkennt aus der Abbildung auch, daß das Verhältnis Ni/Si in weiten Grenzen zwischen 1,6 und 11,2 %, bevorzugt zwischen 2,5 und 11,2 % schwanken kann.

Aus Abb. 5 ergibt sich, dargestellt an der Legierung Nr. 1876, mit einer Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 3,15 %, Si 0,65 % die Abhängigkeit der Streckgrenze und der Leitfähigkeit von der Auslagerungstemperatur, dem letzten Schritt des Herstellungsverfahrens. Man erkennt aus der Abbildung, daß beginnend mit der Auslagerung bei einer Temperatur von 350 °C die Streckgrenze von etwa 510 auf etwa 570 N/mm² bei einer Temperatur von 500 °C ansteigt und danach steil abfällt. Bei der Leitfähigkeit ist der Anstieg im gleichen Temperaturbereich wesentlich steiler auf 50 % IACS mit ebenfalls einem Abfall bei höheren Temperaturen.

Aus Abb. 6 ergibt sich schließlich der Einfluß von Zusätzen von Magnesium und Eisen zu der vorgeschlagenen Legierung. Man erkennt, daß die Zusätze nur sehr schwach und nur bis zu kleinen Beimengungen wirksam sind.

Das vorgeschlagene Verfahren zur Herstellung der Legierung ist grundsätzlich aus folgenden Schritten aufgebaut.

- a) Guß der Legierung
- b) Lösungsglühen bei 700 - 900 °C während 14 bis 1 Stunde
- c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 80 %
- d) Aufheizen auf 950 °C
- e) Abkühlen mit höchstens 100 °C/Min auf mindestens 350 °C.

Durch Anfügen eines Verfahrensschrittes f), nämlich Auslagern der Legierung bei 300 bis 600 °C während 8 bis 1 Stunde treten die erwähnten Verbesserungen in Leitfähigkeit und Streckgrenzenerhöhung auf.

Durch Einfügung eines Schrittes g) zwischen die Schritte c) und d), nämlich Weichglühen bei 400 bis 750 °C während 8 Stunden bis 1 Minute, wird ein nachfolgendes Tiefziehen gemäß Schritt h) begünstigt. Bei Einfügen eines Schrittes i) Warmverformen nach a) oder b) ist auch ein Schmieden der Legierung [Verfahrensschritt hh) anstelle h)] möglich.

Eine Probenfertigung der vorgeschlagenen Legierung mit einer Zusammensetzung Cu (Rest), Ni 2,9 %, Si 0,67 % wurde wie folgt durchgeführt.

- Gießen der Legierung in einer Kupferkokille
- Lösungsglühen bei 800 °C während 4 Stunden

- Fräsen an 115 x 39 x 11 mm
- Kaltwalzen von 11 mm an 0,5 mm
- Glühen bei 575 °C während 4 Stunden
- Tiefziehen
- 5 - Aufheizen auf 950 °C
- Abkühlen auf etwa 300 °C in 25 Minuten
- Abkühlen in Luft
- Auslagern bei 400 °C in 8 Stunden.

Der Verfahrensschritt Lösungsglühen hat sich bei der Probenfertigung als vorteilhaft, aber nicht
 10 zwingend erwiesen. Dieser Verfahrensschritt ist bei der Herstellung von Kupfer-Nickel-Silizium-Legierungen
 üblich, er ist im Sinne der Erfindung gegebenenfalls aber auch entbehrlich.

In Schritt e) ist nach der ziemlich schnellen Abkühlung auf 350 °C ein langsames Abkühlen auf
 Raumtemperatur vorteilhaft. Dies kann durch Abkühlen in Luft oder auch in einer Kühlstrecke erfolgen.

15 Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Kupfer-Nickel-Silizium-Legierung mit einer Zusammensetzung Cu
 (Rest), Ni 1,5 - 5,5 %, Si 0,2 - 1,0 %, Fe 0 - 0,5 %, Mg 0 - 0,1 %,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte
 - 20 a) Guß der Legierung
 - b) Lösungsglühen bei 700 - 900 °C während 14 - 1 Stunde
 - c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 80 %
 - d) Aufheizen auf 950 °C
 - e) Abkühlen mit höchstens 100 °C/Min auf mindestens 350 °C.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1 mit einer Legierung der dort genannten Zusammensetzung,
 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte
 - a) Guß der Legierung
 - b) Lösungsglühen bei 700 - 900 °C während 14 bis 1 Stunde
 - 30 c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 80 %
 - d) Aufheizen auf 950 °C
 - e) Abkühlen mit höchstens 100 °C/Min auf mindestens 350 °C
 - f) Auslagern der Legierung bei 300 - 600 °C während 8 bis 1 Stunde.
- 35 3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2 mit einer Legierung der dort genannten Zusammensetzung,
 gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte
 - a) Guß der Legierung
 - b) Lösungsglühen bei 700 - 900 °C während 14 bis 1 Stunde
 - 40 c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 90 %
 - g) Weichglühen bei 400 - 750 °C während 8 Stunden bis 1 Minute
 - h) Tiefziehen
 - d) Aufheizen auf 950 °C
 - e) Abkühlen mit etwa 30 - 40 °C/Min auf mindestens 350 °C
 - 45 f) Auslagern bei 300 - 600 °C während 8 bis 1 Stunde.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 mit einer Legierung der dort genannten Zusammensetzung,
 dadurch gekennzeichnet,
 50 daß ein Verfahrensschritt
 - i) Warmverformen
 nach a) oder b) eingeschaltet ist.
- 55 5. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß anstelle der Verfahrensschritte g) und h) ein Verfahrensschritt
 - hh) Schmieden
 vorgesehen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch die Anwendung der Verfahrensschritte auf eine Legierung der Zusammensetzung
Cu (Rest), Ni 1,8 - 4,7 %, Si 0,4 - 0,9 %, Fe 0 - 0,1 %.
- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch die Anwendung der Verfahrensschritte auf eine Legierung der Zusammensetzung
Cu (Rest), Ni 2,3 - 4,5 %, Si 0,4 - 0,9 %.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
gekennzeichnet durch die Anwendung der Verfahrensschritte auf eine Legierung der Zusammensetzung
Cu (Rest), Ni 2,9 %, Si 0,7 %.
- 15 9. Verwendung einer nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellten Legierung für
die Herstellung druckeinglasungsfähiger Gehäuse.
- 20 10. Verwendung einer nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellten Legierung für
die Herstellung druckeinglasungsfähiger, hermetisch dichter Gehäuse für elektronische Bauteile.

20

25

30

35

40

45

50

55

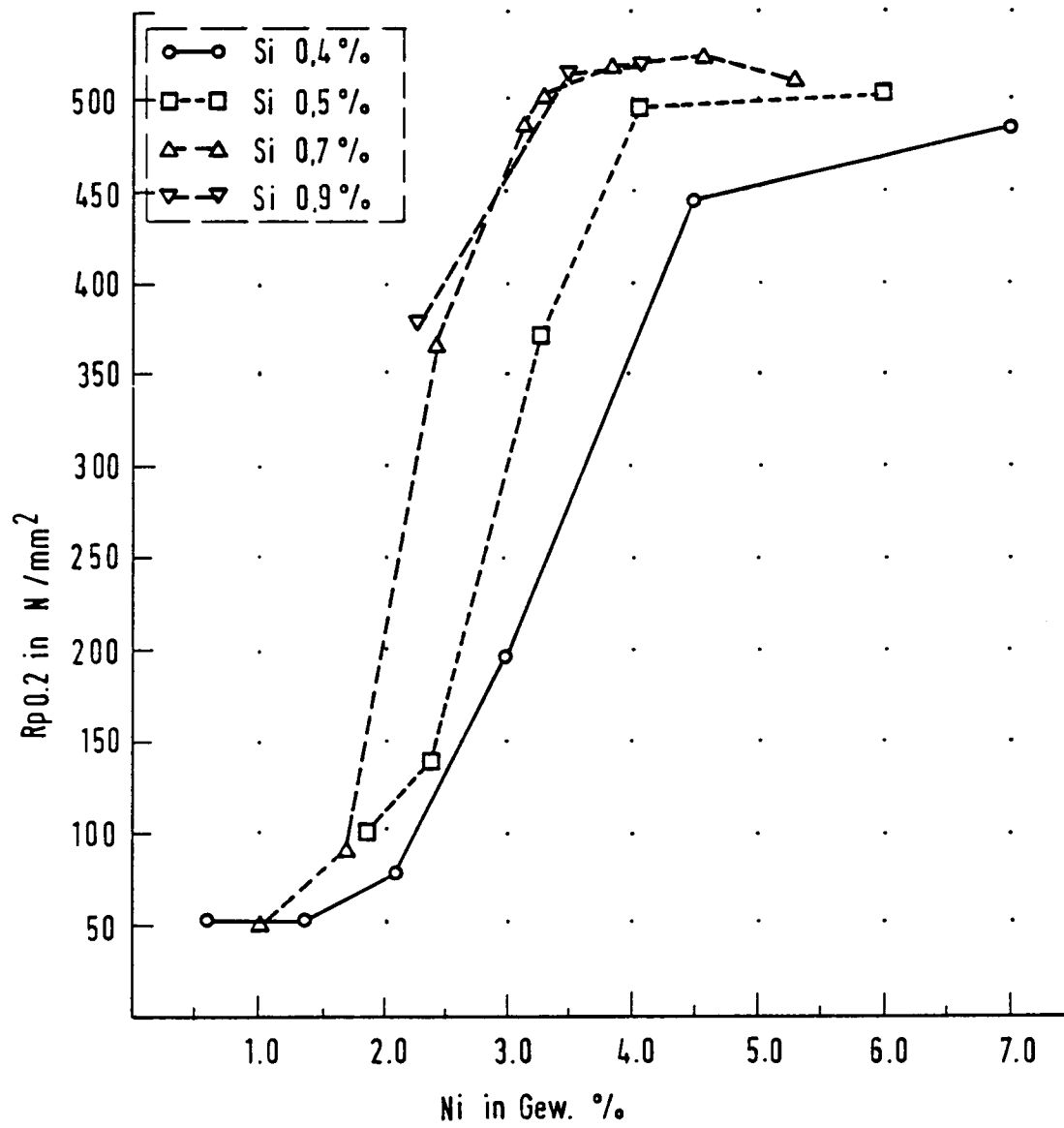


Abb.1 $R_{p0.2}$ bei verschiedenen Ni-Gehalten

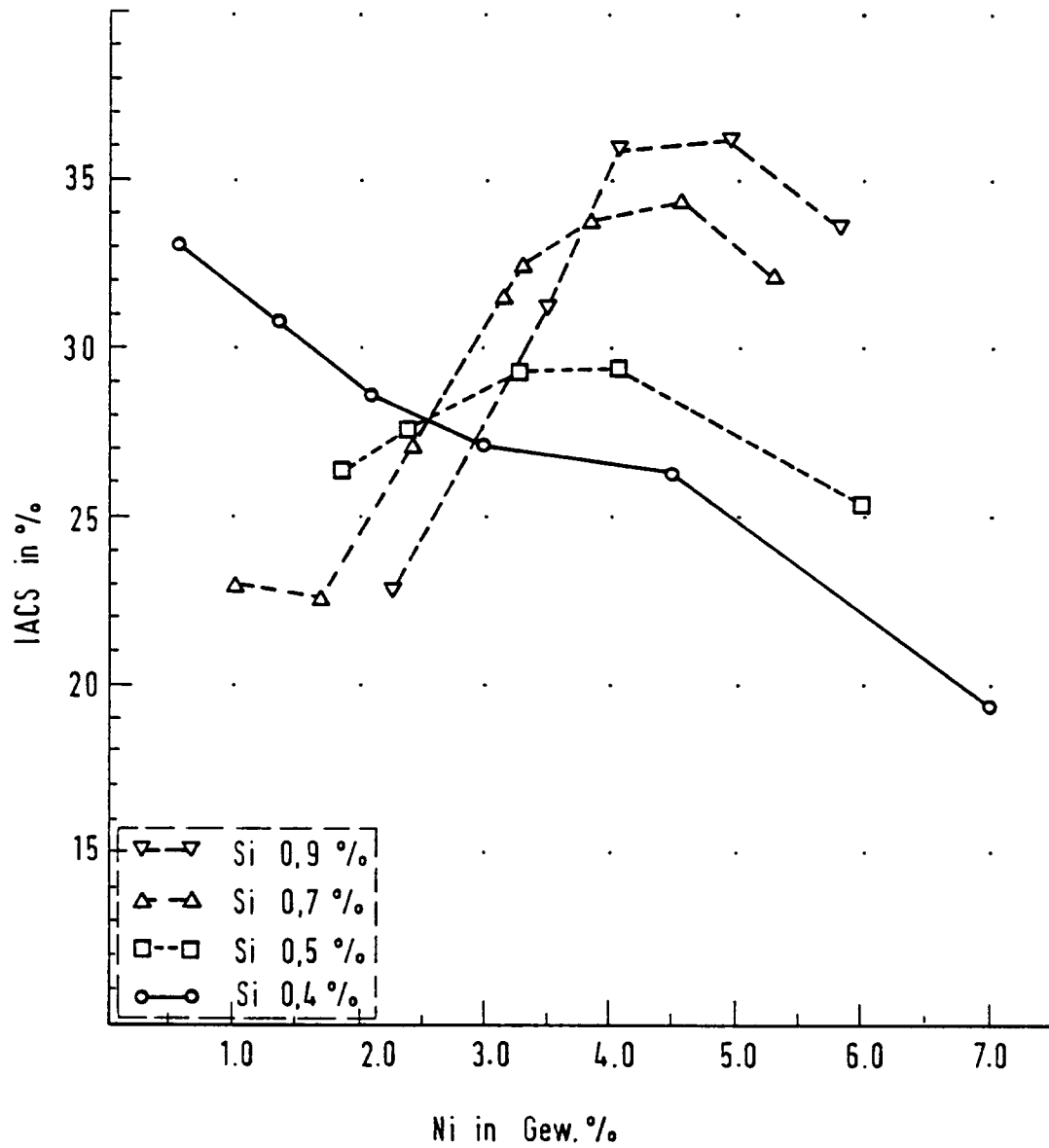


Abb.2 Elektrische Leitfähigkeit bei verschiedenen Ni-Gehalten

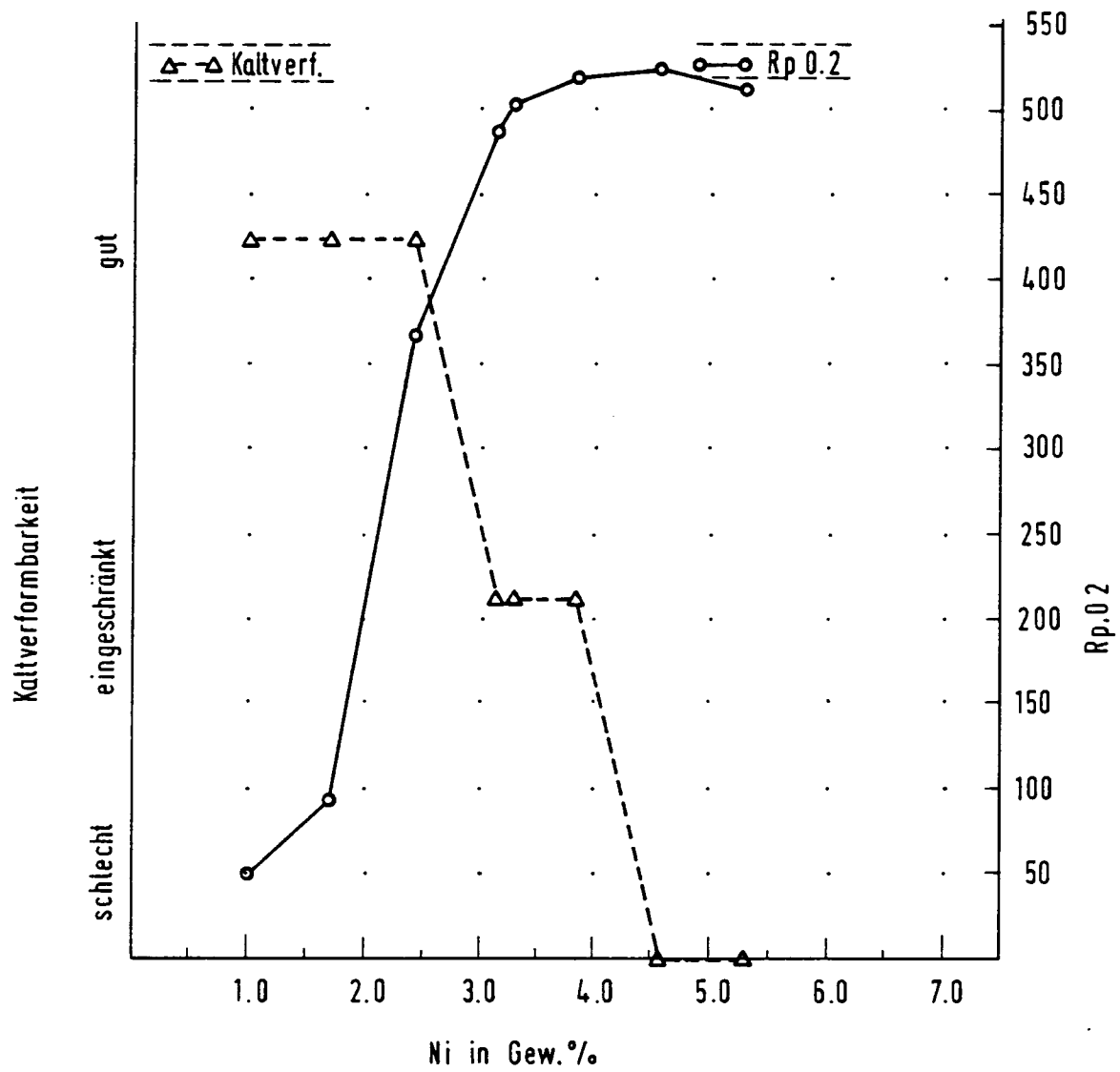


Abb.3 Kaltverformbarkeit und $R_{p0.2}$ bei verschiedenen Ni-Gehalten und konstant Si 0,7%.

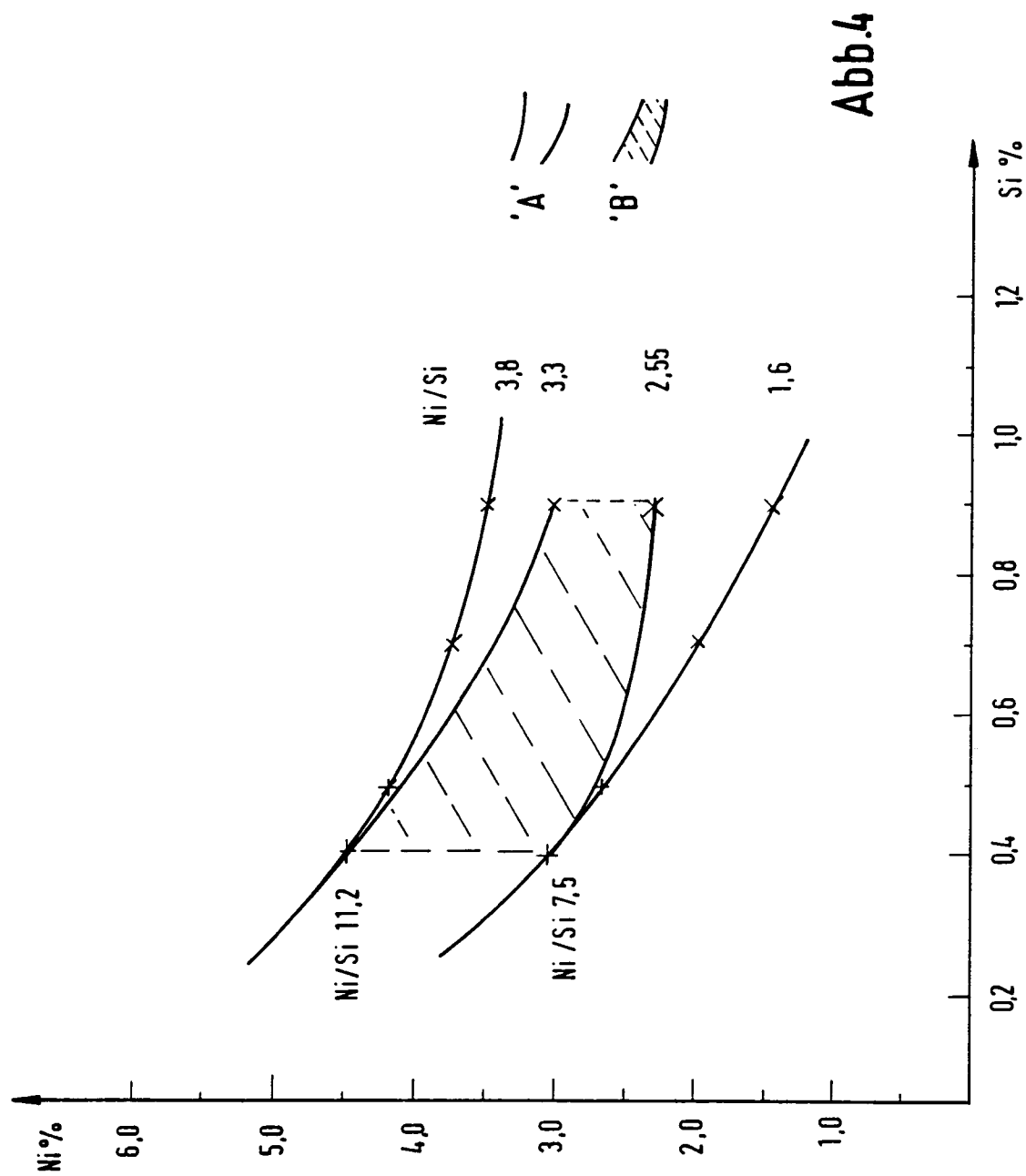


Abb.4

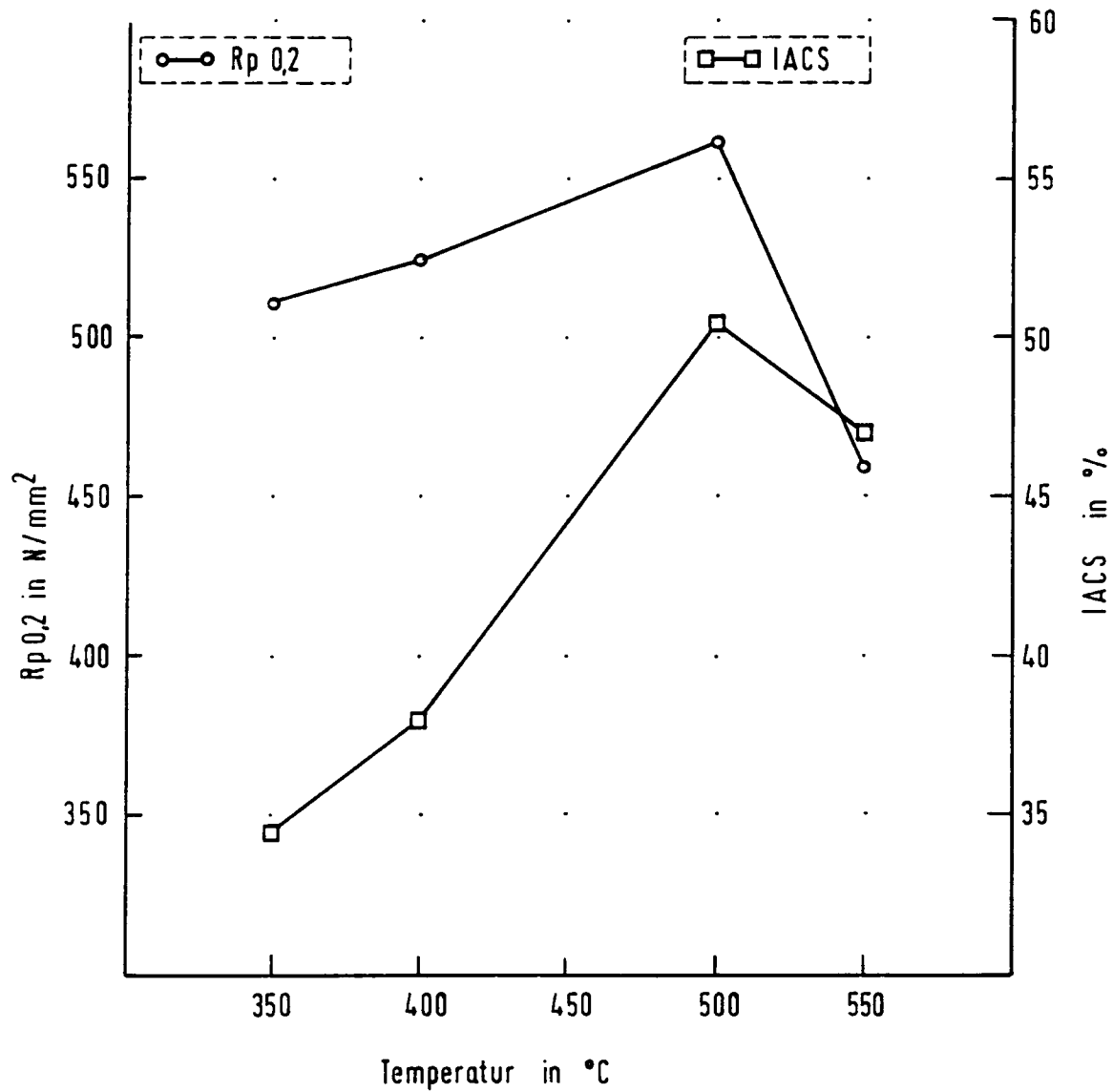
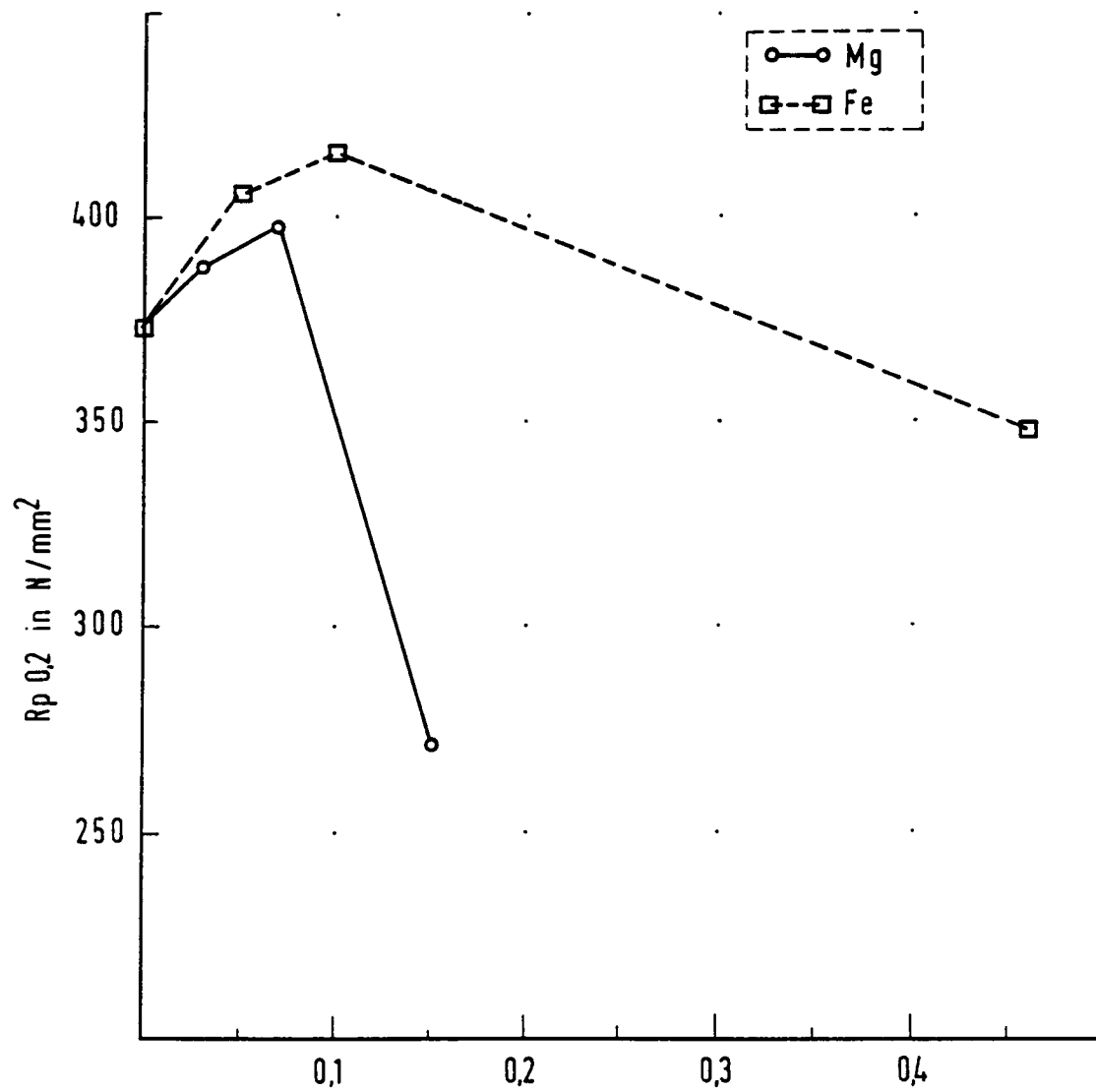


Abb.5 Rp 0,2 und IACS der Leg.1876 nach der Einglasungsglühung und einer zusätzlichen Auslagerung (8h)
 Leg.1876 = Cu (Rest) Ni 3,15 %, Si 0,65 %

**Abb.6**

Mg und Fe-Gehalt in Gew.%

Einfluss von Mg u. Fe Zusätzen