



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. Ein Verbesserung der Eigenschaften kann durch Auslagern der Legierung bei 300 °C bis 600 °C für mehrere Stunden erfolgen.

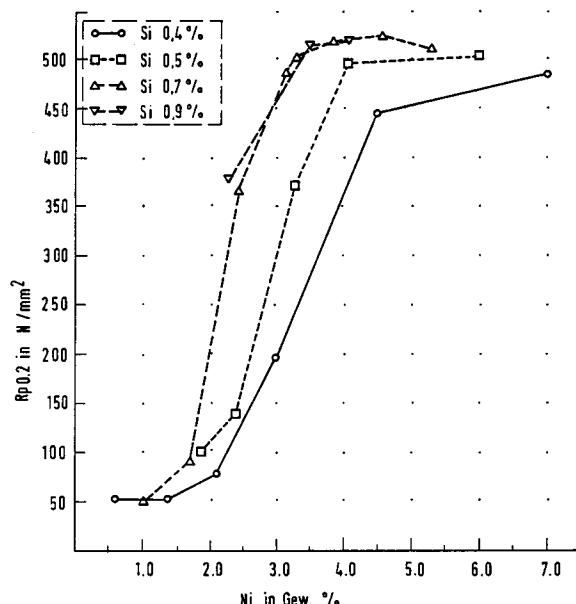


Abb.1 $\text{Rp}_{0,2}$ bei verschiedenen Ni-Gehalten

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 druckeinschlüpfähigen metallischen Gehäusen, insbesondere jenen, bei denen es auf eine hermetische Dichtung der Druckeinglasung 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 Umfang 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 Tiefziehfähigkeit 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 10 der Abkühlung der Legierung aus hohen Temperaturen entsteht, ist wesentlich für jene Anwendungsfälle, wo die Legierung zur Herstellung von Gehäusen dient, bei denen die Drahdurchführungen 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 15 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 20 ergebenden Eigenschaften dargestellt.

25

30

35

40

45

50

55

Tabelle 1

Legierungen					
	Leg.-Nr.	Cu	Ni	Si	Mg
5	1873	98,26	1,01	0,64	
	1874	97,61	1,70	0,65	
	1875	96,92	2,42	0,65	
10	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	
15	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	
20	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	
25	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	
30	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
35	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	

40

45

50

55

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

5 Zugabe von Eisen bis zu 0,1 % führt zu einer leichten Erhöhung der Streckgrenze, bei höheren Gehalten an Eisen sinkt diese wieder ab. Gleches 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.

10 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 Streckgrenzerhöhung 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 15 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 20 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.

25 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 30 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 35 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 40 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
- 45 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 Streckgrenzerhöhung 50 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.

55 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 zwingend erwiesen. Dieser Verfahrensschritt ist bei der Herstellung von Kupfer-Nickel-Silizium-Legierungen üblich, er ist im Sinne der Erfahrung 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
 - 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.
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
 - 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.
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
 - c) Kaltwalzen mit einer Reduzierung von wenigstens 90 %
 - 40 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
 - 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) Warmverformennach a) oder b) eingeschaltet ist.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet,

55 daß anstelle der Verfahrensschritte g) und h) ein Verfahrensschritt
 - hh) Schmiedenvorgesehen 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 %.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
10 gekennzeichnet durch die Anwendung der Verfahrensschritte auf eine Legierung der Zusammensetzung
Cu (Rest), Ni 2,9 %, Si 0,7 %.
9. Verwendung einer nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 hergestellten Legierung für
die Herstellung druckeinglasungsfähiger Gehäuse.
15
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

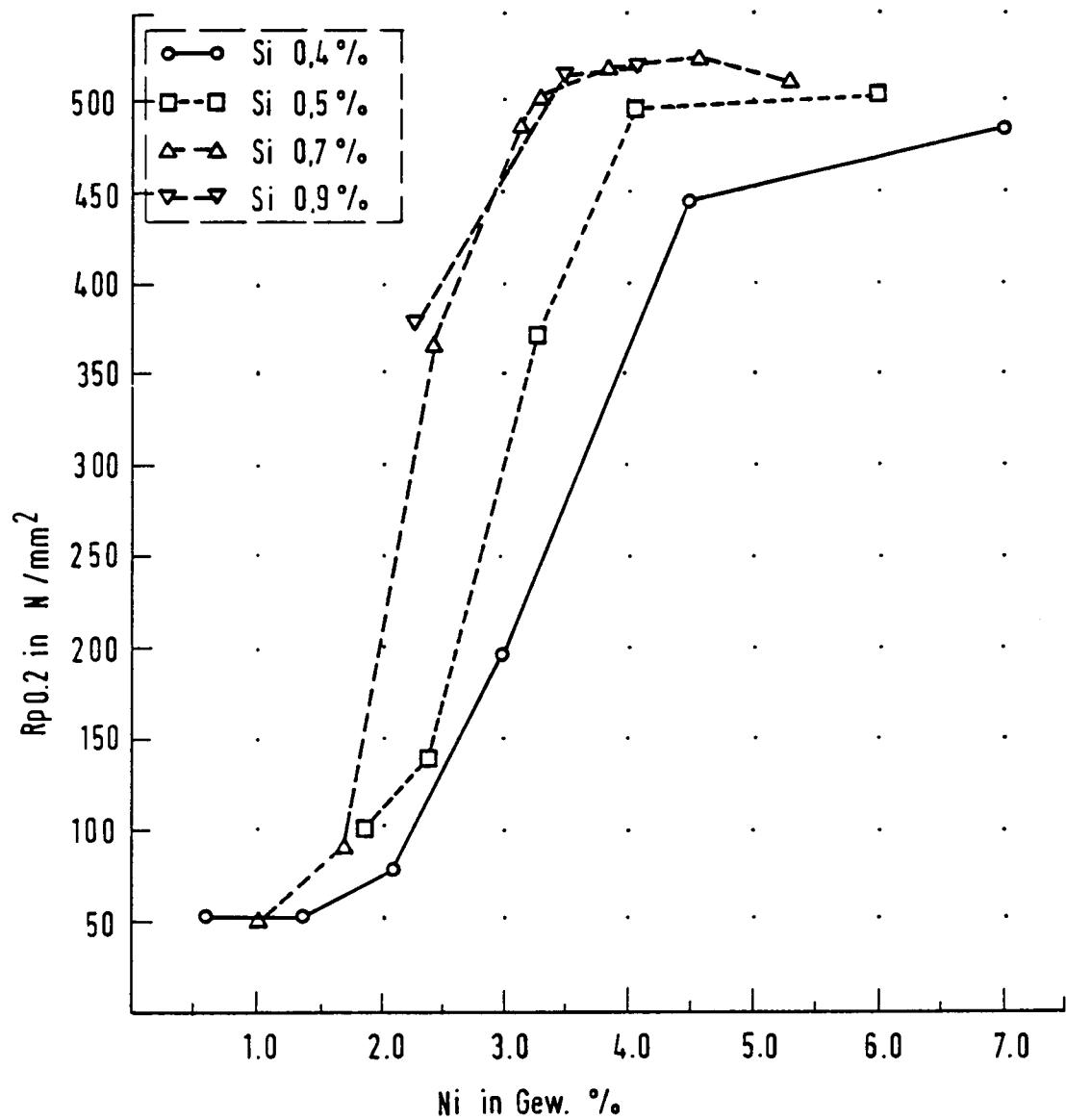


Abb.1 $R_{p0,2}$ bei verschiedenen Ni-Gehalten

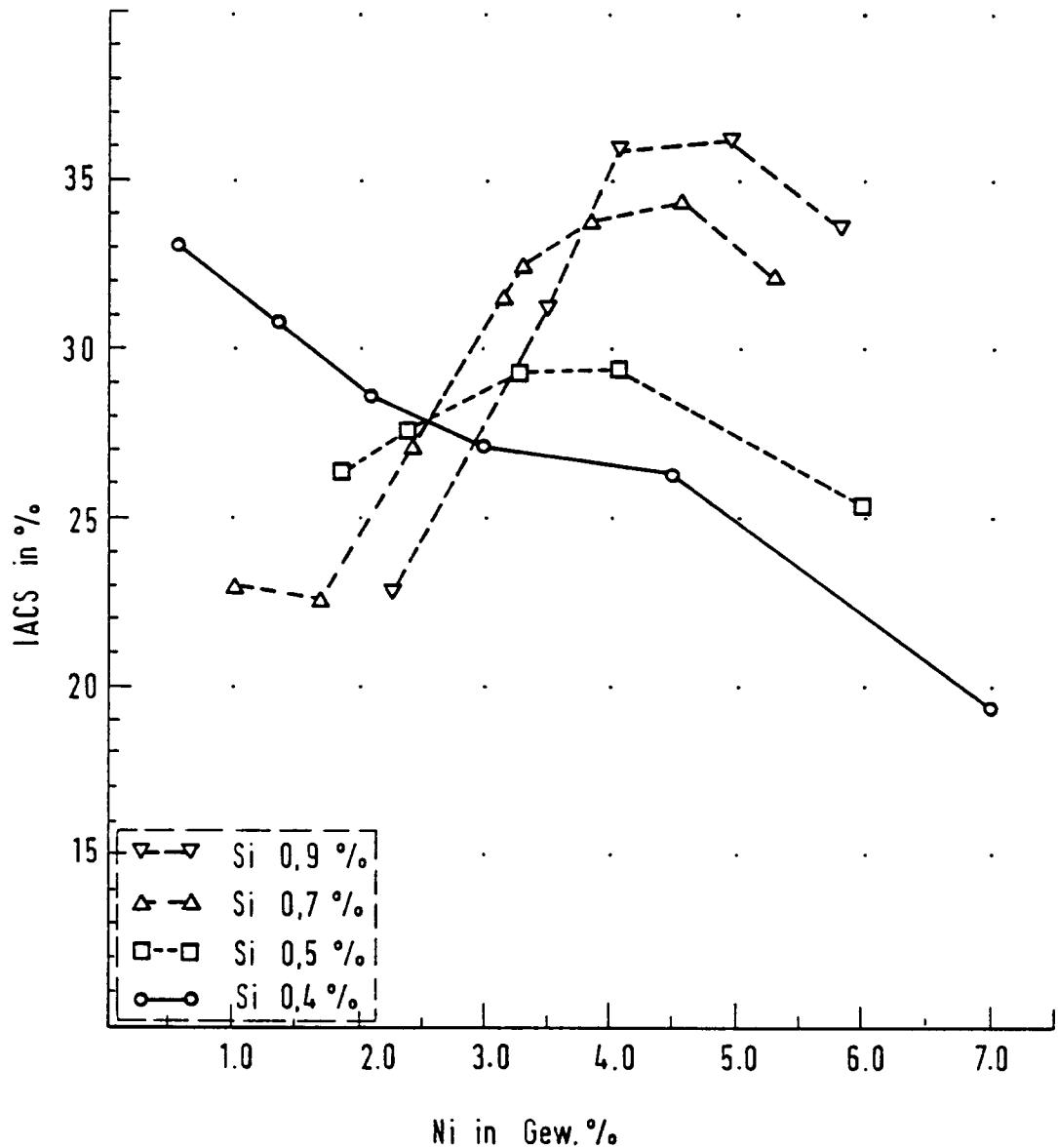


Abb. 2 Elektrische Leitfähigkeit bei verschiedenen Ni-Gehalten

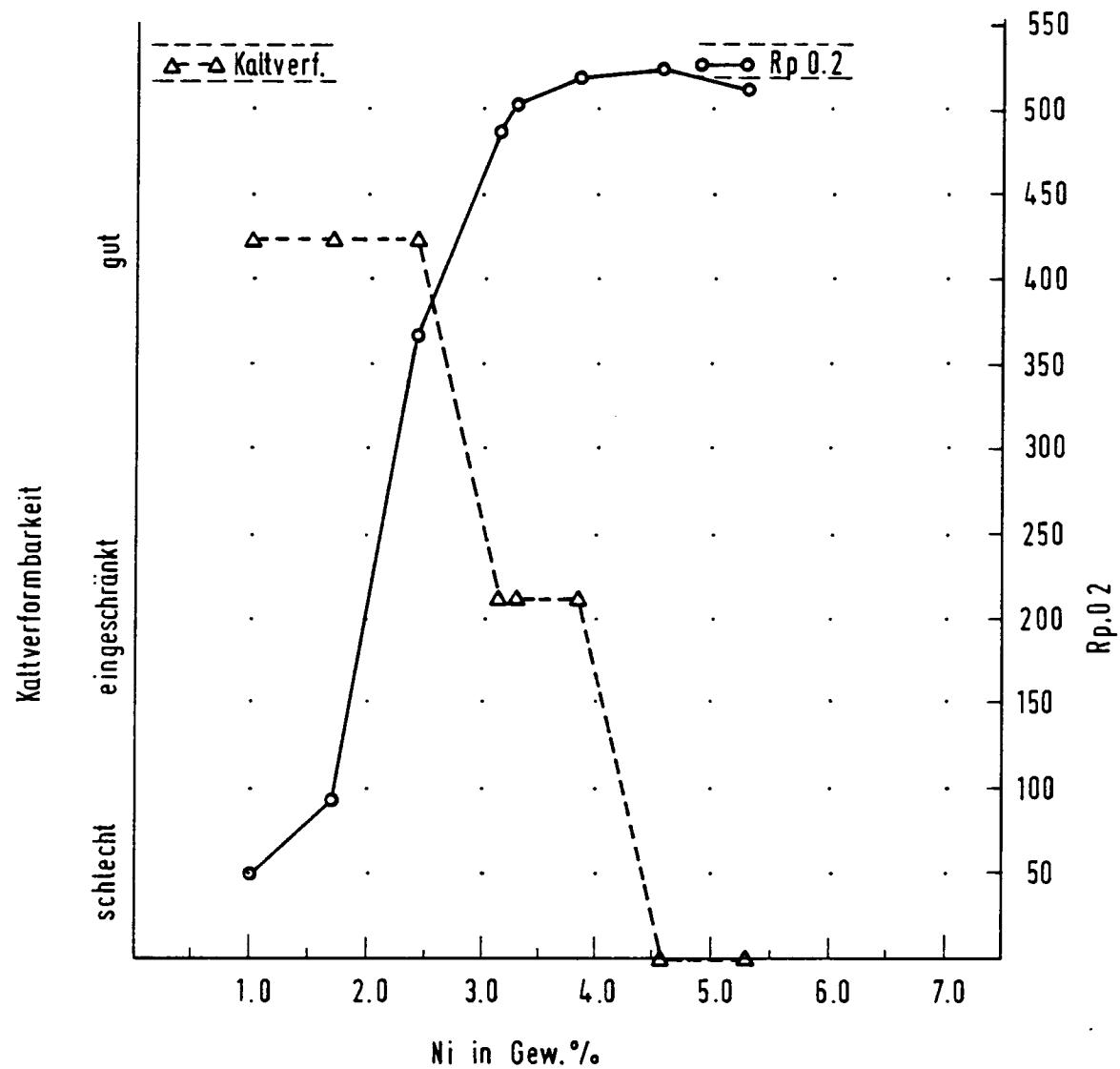
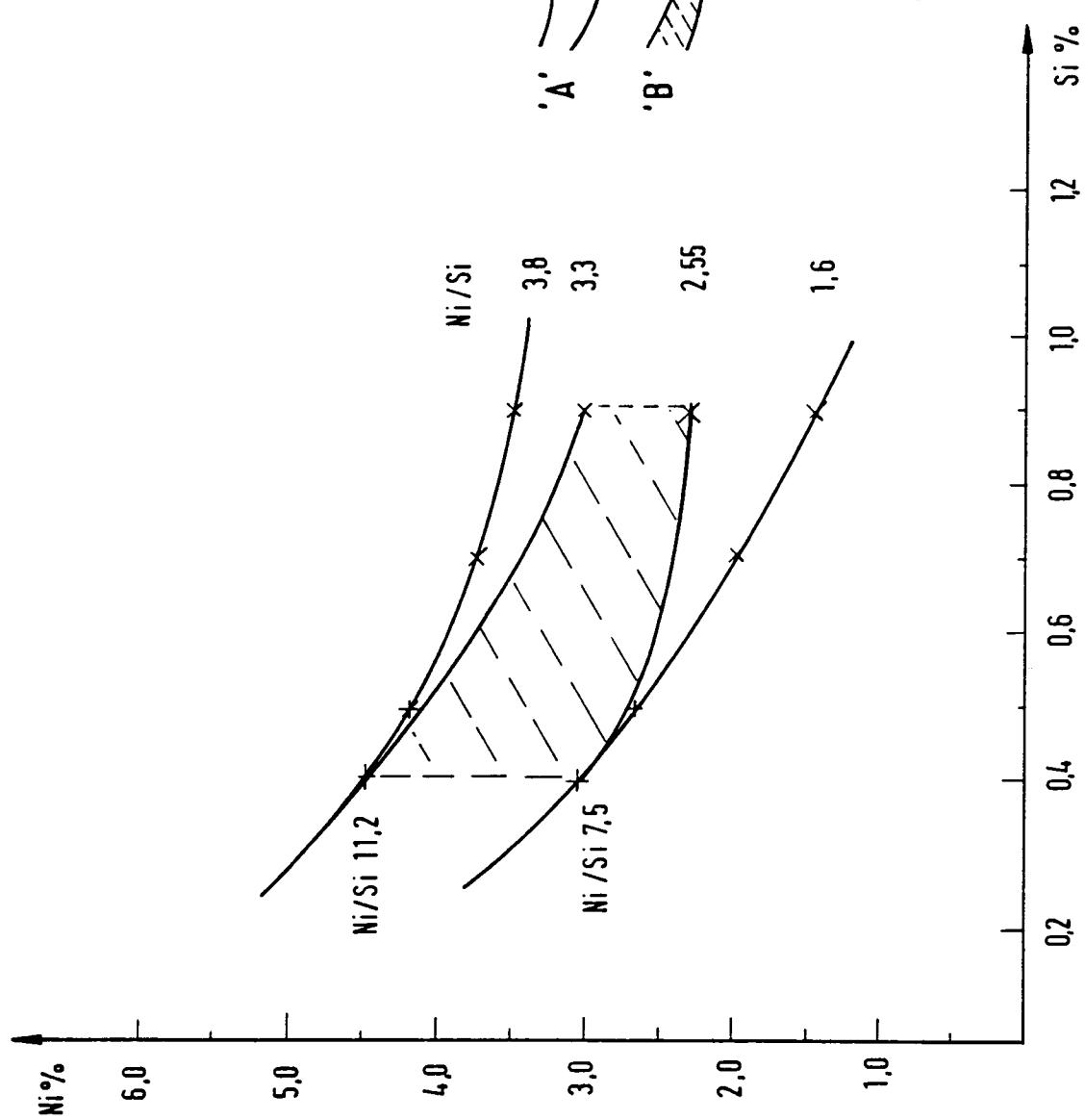


Abb. 3 Kaltverformbarkeit und $R_p 0.2$ bei verschiedenen Ni-Gehalten und konstant Si 0,7 %

Abb. 4



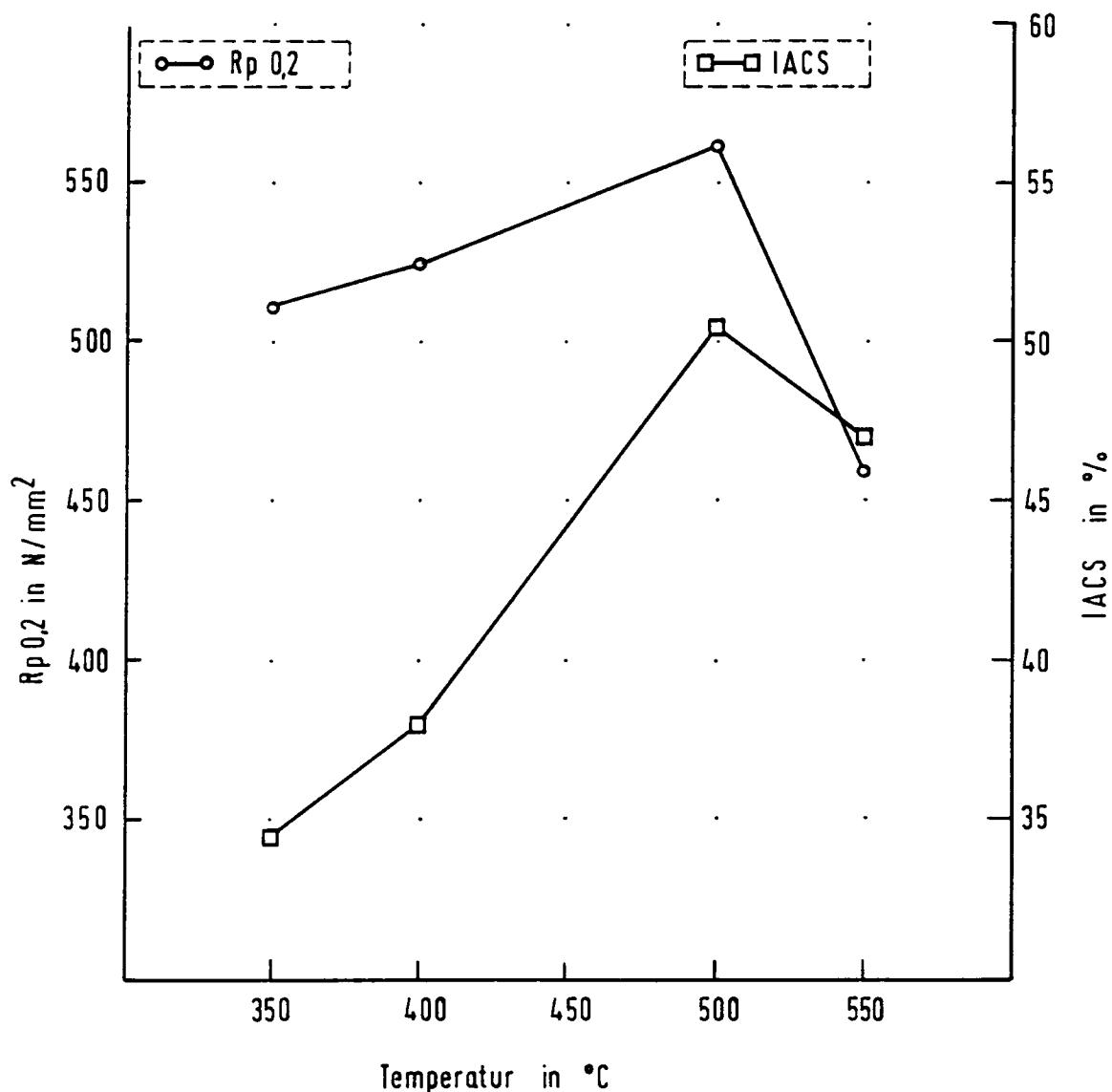


Abb.5 $R_{p,0.2}$ und IACS der Leg.1876 nach der Einglasungsglühung und einer zusätzlichen Auslagerung (8h)
Leg.1876 = Cu (Rest) Ni 3,15 %, Si 0,65 %

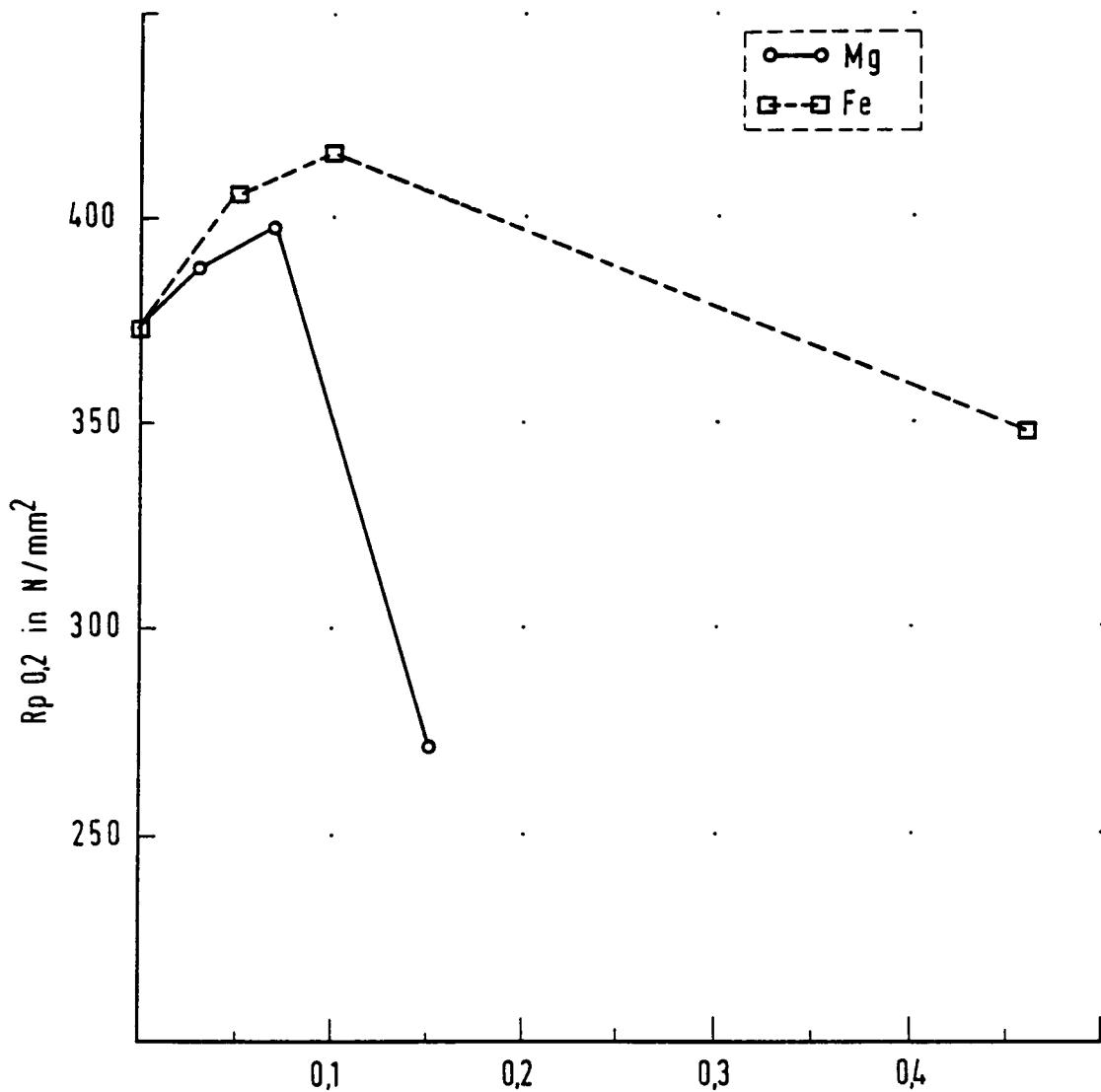


Abb.6 Mg und Fe-Gehalt in Gew.%
Einfluss von Mg u. Fe Zusätzen