

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Dezember 1972

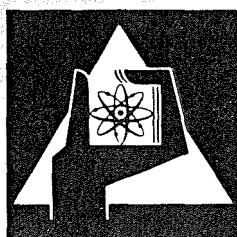
KFK 1681

Institut für Material- und Festkörperforschung
Projekt Schneller Brüter

Der Einfluß der Kaltverformung auf die Korrosionsbeständigkeit
austenitischer CrNi-Stähle in überhitztem Wasserdampf

2. Statische Autoklavenuntersuchungen der Legierung Incoloy 800
in verschiedenen Korngrößen

S. Leistikow, E. Pott



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK-1681

Institut für Material- und Festkörperforschung

Projekt Schneller Brüter

Der Einfluß der Kaltverformung auf die Korrosionsbeständigkeit
austenitischer CrNi-Stähle in überhitztem Wasserdampf

2. Statische Autoklavenuntersuchungen der Legierung Incoloy 800
in verschiedenen Korngrößen

S. Leistikow, E. Pott

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H., Karlsruhe

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Experimentelle Untersuchungen
3. Ergebnisse
4. Diskussion
5. Zusammenfassung
6. Danksagung
7. Literatur

Zusammenfassung

Im Zuge einer vertieften Untersuchung von Art und Ausmaß des Heißdampf-Korrosionsangriffs auf Überhitzermaterialien wurde unter Verwendung von Blechproben der Legierung Incoloy 800 unterschiedlicher Korngröße die Abhängigkeit der Korrosion von der Kaltverformung bestimmt.

Dazu wurden Blechproben von drei Korngrößenklassen (50-100, 100-150, 150-300 μm) durch Schutzgasglühungen bei 1050^o, 1150^o und 1300^oC hergestellt und durch Walzen bei Raumtemperatur auf 10, 30, 50, 70, 85 und 90% ihrer ursprünglichen Stärke verformt. Im elektropolierten Zustand wurden diese Bleche in Autoklaven bei 600^oC, 70 at während 1000 Stunden der Heißdampf-Korrosion unterworfen.

Die Untersuchungen ergaben, daß in allgemeiner Tendenz die Korrosion mit zunehmender Kaltverformung stark vermindert wurde.

Die für niedrige bis mittlere Verformungsgrade in Abhängigkeit von der Korngröße beobachteten graduellen Unterschiede der korrodierten Metallmenge sind mit zunehmender Verformung rückläufig, sodaß die Kurvenbänder für Werte von > 90% auf minimale Metallverluste von 30-50 mg/dm² konvergieren.

Die Versuchsergebnisse werden durch die Wirkung der mit der Kaltverformung zunehmenden Versetzungsdichte im Gefüge, bei höheren Kaltverformungsgraden durch den Einfluß der alle Korngrößenunterschiede egalisierenden Kornverfeinerung und der dadurch vermehrten Zahl der Korngrenzen in der Probenoberfläche erklärt. Die auf diese Weise vergrößerte Defektkonzentration im metallischen Gitter begünstigt die Diffusivität des Chroms und trägt zu einer verstärkt selektiven Oxidation und Protektivschichtbildung des Chroms bei.

Für eine praktische Anwendung läßt sich folgern, daß lokal grobkörnige Bereiche von Werkstoffen dieser Zusammensetzung stärker als feinkörnige mit oxidativen Gasen reagieren werden, und daß der nachteilige, korngrößen-spezifische Effekt nur durch sehr hohe Kaltverformung eliminiert werden kann.

Abstract

The influence of cold work upon the corrosion resistance of austenitic CrNi-steels in superheated steam.

2. Static experiments using Incoloy Alloy 800 in different grain sizes.

Using Incoloy Alloy 800 sheet specimens of different grain sizes the extent and oxide formation by superheated steam corrosion attack in dependency of cold deformation was tested.

Sheet specimens of three different grain classes (50-100, 100-150, 150-300 μm) were produced by heat treatments in argon at 1050, 1150, and 1300 $^{\circ}\text{C}$ and by cold rolling to 10, 30, 50, 70, 85, and 90% of the original thickness. In the electropolished condition these sheet specimens were tested during 1000 hours at 600 $^{\circ}$, 70 at in autoclaves.

In general, the experiments resulted in a considerable reduction of corrosion related to the increasing cold work. The grain size dependent differences in corrosion behavior, still existing until high degrees of cold work, are gradually reduced so that the bands of values attributed to the different grain classes are converging to minimum corrosion values of 25-50 mg/dm^2 metal loss.

The results are explained

- for lower degrees of cold work

(considerable differences of grain size are still existing)

as effect of increasing dislocation density in the bulk structure on chromium diffusion and oxidation,

- for higher degrees of cold work

(the differences in grain size are gradually reduced)

additionally as effect of grain refinement and increased grain boundary concentration per surface unit.

Thus the increased defect concentration favored the diffusivity of chromium to selective oxidation, and protective oxide scale formation.

In consequence for practical applications, local coarse grain structures of materials as Incoloy Alloy 800 will react with oxidizing gases more extensively than fine grain structures do. The effect of grain size on the extent of corrosion attack can be eliminated by extensive cold deforming surface pretreatments.

1. Einleitung

Die erstmalige systematische Korrosionsprüfung von Blechmaterial der Legierung Incoloy 800 in verschiedenen Kaltverformungszuständen in überhitztem Wasserdampf (1) hatte einen beträchtlichen Anstieg der Korrosionsbeständigkeit mit zunehmendem Kaltverformungsgrad ergeben. Auf diese Weise konnten die bislang durch mechanische Verfahren, wie Fräsen, Schleifen, Schmirgeln etc. erzeugten Oberflächenzustände simuliert, durch ihr chemisches Verhalten bestimmten Verformungsgraden zugeordnet und das bekannte, überaus günstige Korrosionsverhalten solcher Oberflächen reproduzierbar eingestellt werden. Zum Beispiel wurden die Resultate einer mit 400 Papier vorgenommenen schmirgelnden Oberflächenbehandlung im Korrosionsversuch durch eine 80-90%ige Verformung angenähert.

Parallel dazu durchgeführte Untersuchungen hatten die Bestimmung der Abhängigkeit der Korrosion von der Korngröße des Incoloy 800 zum Inhalt. Sie ergaben unter den gewählten Bedingungen für das durch thermische und thermisch-mechanische Verfahren variierte Korngrößenspektrum einen linearen Zusammenhang zwischen der über die Gewichtszunahme ausgewiesenen korrodierten Metallmenge und dem mittleren Korndurchmesser (Abb. 1-3).

Aus diesen beiden Parameterstudien wurde die gleichsinnige Wirksamkeit der in ihrer Qualität und Quantität variierten Gitterdefekte als bevorzugte Diffusionswege des korrosionshemmenden Elementes Chrom gefolgert.

In Fortsetzung dieser Untersuchung erschien es wichtig, den Einfluß der Kaltverformung auf die Heißdampfkorrosion von Incoloy 800 Blechmaterial unterschiedlicher Korngröße hinsichtlich der Gesamtverläufe der Gewichtszunahme-Zeit-Funktionen, der Verformungsgrade bester Korrosionsbeständigkeit und der Oxidbildungen zu untersuchen.

2. Experimentelle Untersuchungen

Eine quantitative Prüfung des Einflusses der Kaltverformung auf die Korrosion von Blechmaterial verschiedener Korngröße wurde an elektropolierten Proben der Legierung Incoloy 800 vorgenommen. Ihre chemische Zusammensetzung ist in Tab. 1 wiedergegeben.

17.10.72

Dazu wurden zahlreiche Blechproben zuerst elektropoliert bis die zusammensetzungsveränderten, vor allem chromverarmten Oberflächenschichten abgetragen worden waren, sodann je 1 Stunde bei 1050, 1150 und 1300°C in Schutzgas geglüht.

Die metallographische Prüfung der durch Glühen erzielten mittleren Korngrößen wurde im polierten, geätzten Querschliff der Proben anhand von 1-3 Photographien des Formates 13 x 18 cm in 100facher Vergrößerung vorgenommen. Nach der Glühung wurden die Probebleche durch Walzen bei Raumtemperatur um 10, 30, 50, 70, 85 und 90% ihrer Ausgangsstärke reduziert, zum Teil aber auch mit 400 Schmirgelpapier gleichmäßig kaltverformt und sodann einer reinigenden Nachbehandlung unterzogen. Diese bestand im Fall des gewalzten Materials aus einem 10 µm Oberflächenabtrag durch Elektropolitur, im Fall der geschmirgelten Proben aus einer kräftigen Wasserspülung. Schließlich wurden unverformte und verformte Proben aller Kaltverformungsgrade im überhitzten, sauerstoffarmen Wasserdampf eines Autoklaven bei 600°C, 70 at während 1000 Stunden korrodiert. Die Gewichtsänderungen wurden anlässlich einer Versuchsunterbrechung nach 500 Stunden und der Abschaltung des Versuchs nach 1000 Stunden durch Mikrowägung bestimmt.

Die metallographische Auswertung betraf die Oxidschichtbildung und den Gefügestand unter Benutzung bekannter Techniken.

3. Ergebnisse

Die Auswertung der Wärmebehandlungen ergab, daß sich die so geglühten Proben hinsichtlich ihrer Korngröße in drei Größenklassen ihres mittleren Korndurchmessers, nämlich 50-100, 100-150 und 150-300 µm, einteilen lassen. Nach dieser Ordnung wurde die Darstellung der Korrosionsergebnisse als Funktion der Kaltverformung vorgenommen.

Die gravimetrische Bestimmung der Gewichtsänderungen der Proben ergab eine mit steigendem Verformungsgrad tendenziell gleichartige, für die verschiedenen Korngrößenklassen jedoch graduell unterschiedliche Verminderung der Gewichtszunahmen (Tab. 2). Es zeigte sich eine der Kaltverformung proportionale Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit. Trägt man in einer Funktion die nach 1000 Versuchsstunden gemessenen Gewichtszunahmen gegen den Verfor-

mungsgrad auf, so ergeben sich für die verschiedenen Korngrößenklassen Bänder (Abb. 4), deren mittlere Verläufe durch negative Exponentialfunktionen angenähert werden können. Die Streuung der Werte innerhalb dieser Bänder erklären sich durch die durch Glühung erzeugte statistische Korngrößenverteilung innerhalb der Klassen sowie über die statistischen Fehler des Korrosionsangriffs. Die Bänder konvergieren mit unterschiedlicher Neigung bei hohen Kaltverformungsgraden von etwa 85-90%, denen eine gleichartig niedrige Gewichtszunahme von 10-30 mg/dm² entspricht. Zur Verbesserung der Übersicht werden in der Tab. 2 und auch der Abb. 8 die gravimetrischen und metallographischen Ergebnisse des Korrosionsverhaltens feinkörnigen Materials wiedergegeben.

Die metallographische Untersuchung der verschiedenen Gefügestände nach der Korrosionsreaktion (Abb. 5-7) ergab

- bei 10% Kaltverformung: keine deutlich erkennbare Gefügedeformation, jedoch das Auftreten von Zwillingskorngrenzen,
- bei 30% Verformung: das zusätzliche Auftreten von Gleitbändern im wesentlichen in den verformten, gestreckten Körnern,
- bei 50% Verformung: eine beginnende Ausrichtung, Streckung des polykristallinen Gefüges in Walzrichtung bei zunehmender Kornverfeinerung,
- bei 70% Verformung: eine Verstärkung der Kornverfeinerung,
- bei 90% Verformung: ein weitgehender Abschluß des kornverfeinernden, homogenisierenden Prozesses, wobei sich diesem, gegebenenfalls bereits schon bei niedrigen Verformungszuständen von ca. 70% ein Rekristallisierungsvorgang während der Korrosionsreaktion von 1000 Stunden bei 600°C überlagerte.

In den verformten Gefügen - stellenweise sogar bei 90% Verformung - ist ein mit zunehmender Korngröße wachsender Anteil korngroberer Struktur zu erkennen.

Die Heißdampf-Korrosion der verschiedenen grobkörnigen Gefüge erfolgte in der allgemeinen Tendenz ähnlich wie die des feinkörnigen Materials (Abb. 8-11). Bei mikroskopischer Betrachtung entdeckt man jedoch mit den mittleren Verformungsgraden beginnend ein örtlich sehr gefügeabhängiges Oxidschichtwachstum. Dabei bemerkt man nicht nur, daß

- im bekannten Ausmaß Körner und Korngrenzen eine unterschiedliche Tiefe des Korrosionsangriffs erleiden, sondern daß vielmehr

- Körner unterschiedlicher Orientierung zur Verformungsrichtung resp. Gleitlinienstruktur eine sehr verschiedenartige Tiefe des oxidativen Angriffs (Abb. 12 + 13) und
- eine von der Gleitbandstruktur, d.h. verformungsabhängige Morphologie der Oxidbildung im Korn selbst in Form von Keil- und Sägezahnstruktur (Abb. 14) auftritt.

4. Diskussion

Unter Bezug auf die Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen der Korrosionsbeständigkeit in Abhängigkeit von der Kaltverformung feinkörnigen Blechmaterials der Legierung Incoloy 800 (1) wurde erneut gezeigt, daß dem Ausmaß der selektiven Chromdiffusion und -Oxidation die für den Oxidationsvorgang maßgebliche Bedeutung zukommt.

In einem relativ ungestörten Gitter ist die Diffusivität des Chroms auf Gitterdiffusion beschränkt, der Korrosionsangriff unter den gewählten Bedingungen nicht chromselektiv und deshalb begünstigt gegenüber feinkörnigen Material mit Gitterdefekten (wie Korngrenzen) oder kaltverformten Material (mit Versetzungen) und durch Kornverfeinerung erhöhter Zahl von Korngrenzen. In diesen nämlich erhöhen die Defektstrukturen die Diffusivität des Chroms auf "freien Diffusionswegen" im Konzentrationsgradienten zwischen der metallischen Oberfläche und dem Gefüge und tragen unter Korrosionsbedingungen sehr wesentlich zum Aufbau einer protektiven, chromoxidreichen Deckschicht bei.

Bezogen auf die Effekte der Kaltverformung einer feinkörnigen Struktur ist es deshalb nicht erstaunlich, daß eine zusätzliche Erhöhung der Defektkonzentration durch Verformung nur einen relativ kleinen Beitrag zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit leisten kann - ganz im Gegensatz zu grobkörnigem Material, das bei Verformung seiner relativ ungestörten Struktur eine beträchtliche Steigerung der Korrosionsbeständigkeit erfährt. Das wird durch den steilen Abfall des Bandes höchster Korngröße wiedergegeben.

Trotz relativer Übereinstimmung der Tendenz aller bandförmigen Kurvenzüge stellt man doch bei niedrigen und mittleren Verformungsgraden absolut unterschiedliche Werte der über die Gewichtszunahme ausgewiesenen Werte korrodierten Metalles fest.

Bei höheren Kaltverformungsgraden aller Korngrößenklassen tritt eine starke Kornverfeinerung auf und ein sehr ähnliches korrosionschemisches Verhalten, das weniger durch Versetzungen, deren Zahl sich infolge einer bei Korrosionstemperatur überlagerten Gefügerekristallisation stark vermindert, als durch die zunehmende Zahl von Korngrenzen beeinflusst wird. Die Kurvenbänder der verschiedenen Korngrößenklassen konvergieren bei Verformungsgraden um 90% auf minimale Gewichtszunahmen von 10-35 mg/dm², denen das 2,7fache an Metallverlust, d.h. etwa 30-50 mg/dm², zuzuordnen ist.

Hat man also ein metallisches Gefüge lokal unterschiedlicher Korngrößen, so ist beim Angriff oxidativer Gase unter den hier genannten Bedingungen ein stärkerer Angriff auf den grobkörnigen als auf den feinkörnigen Gefügeanteil zu erwarten. Diesem kann nach den gewonnenen Erfahrungen durch hochkaltverformende Oberflächenbehandlungen, wie Schmirgeln, Überdrehen etc. entgegengewirkt werden, wobei auf den Korrosionsangriff hinsichtlich des Gefüges unterschiedlicher Korngrößen eine egalisierende und hinsichtlich des gesamten Ausmaßes eine minimalisierende Wirkung ausgeübt wird.

5. Zusammenfassung

1. Auf der Grundlage vorausgehender Arbeiten über die Abhängigkeit der Korrosion von der Kaltverformung feinkörniger Bleche der Legierung Incoloy 800 wurden identische Heißdampf-Korrosionsversuche an kaltverformten Blechen verschiedener Ausgangskorngrößen durchgeführt.

2. Es kamen dazu durch Glühungen bei 1050, 1150 und 1300°C kornvergrößerte Blechproben der Korngrößenklassen 50-100, 100-150 und 150-300 µm in durch Walzen 10, 30, 50, 70, 85 und 90% sowie durch Schmirgeln kaltverformten Zustand zum Einsatz. Die Heißdampf-Korrosionsversuche wurden bei 600°C, 70 at während 1000 Stunden durchgeführt; das Wachstum der haftfesten Oxidschichten wurde gravimetrisch und metallographisch bestimmt.

3. In qualitativer Übereinstimmung zum Verhalten feinkörnigen Materials zeigten auch die grobkörnigen Bleche einen negativ exponentiellen Zusammenhang zwischen Korrosion und Kaltverformung. Die quantitativen Unterschiede der Korrosion verschieden körnigen Materials nach gleichen

Verformungsschritten resultierten für niedrige bis mittlere Verformungsgrade aus dem mit steigender Korngröße zunehmendem Restgehalt grobkörniger Struktur, die einer selektiv verstärkten Oxidation unterlag. Der Einfluß des grobkörnigen Gefügeanteils wurde mit zunehmender Kaltverformung durch Kornverfeinerung vermindert, eine Egalisierung der Korrosionsresultate aller Korngrößenklassen auf minimale Werte des Metallverlustes wurde bei Verformungen um 90% beobachtet. Damit sind die Ergebnisse in voller Übereinstimmung mit den bisherigen Kenntnissen vom Korrosionsverhalten kaltverformter Strukturen.

6. Danksagung

Wir danken Frau B. Kammerichs und Herrn A. Hünlich für die metallographischen Untersuchungen des Versuchsmaterials.

7. Literatur

1. S. Leistikow, E. Pott
KFK-1476 (1971)

Tabelle 1

Chemische Analysen der Legierung Incoloy 800 in $\left[\frac{\%}{\%} \right]$

C	P	S	Si	Ti	Al	Cu
0,034	0,06	0,003	0,46	0,32	0,4	0,10
Cr	Mn	Ni	Co	Mo	Fe	
20,45	0,67	31,55	0,1	<0,05	45,8	

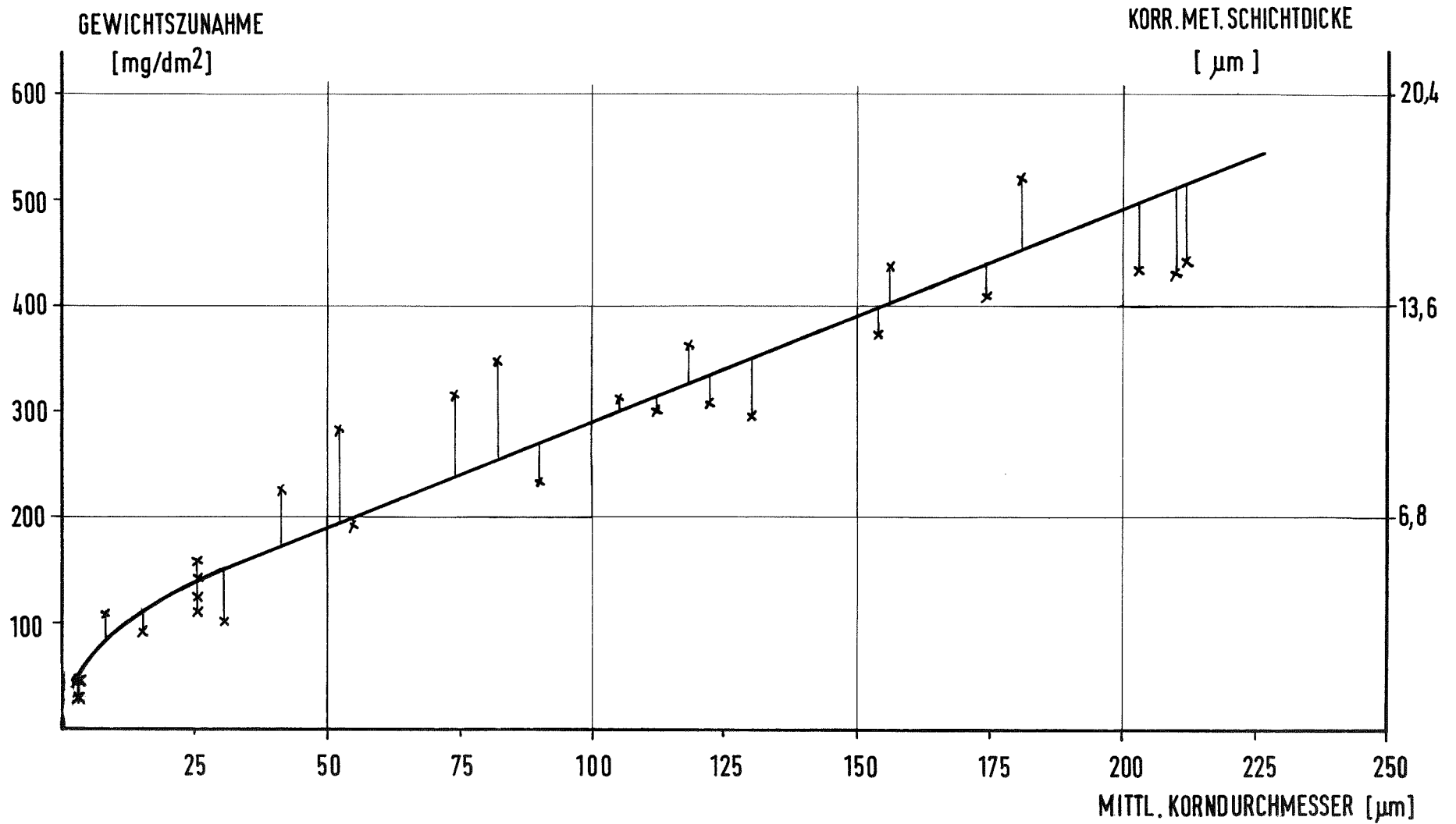
Tabelle 2

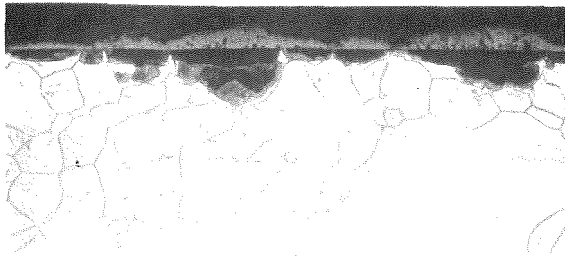
Gewichtszunahme der Proben (mg/dm²) nach 500 resp. 1000 Stunden Heißdampf-Korrosion (600°C, 70 at) von elektropolierten Incoloy 800-Blechproben unterschiedlicher Korngröße in Abhängigkeit von der Kaltverformung.

Verformungszustand	Ausgangsgefüge: Wärmebehandlung [1 Std, °C] Ausgangskorngröße: [µm]							
	techn.geglüht /25		1050/50-100		1150/100-150		1300/150-300	
nicht verformt	130	140	200	266	243	295	320	430
	133	155	248	289	310	375	280	437
							305	448
10%	94	107	279	320	195	237	162	231
							212	295
	97	113	219	321	263	306	289	384
		258	343					
30%	62	69	116	131	145	169	162	226
	59	69	118	135	149	177	173	239
			173	194			239	305
50%	37	43	60	66	79	85	67	75
	41	46	61	66	81	88	94	106
			73	76			96	109
						104	121	
70%	25	26	31	35	41	45	51	55
	27	28	33	36	42	47	55	56
			41	42			54	58
		39	43					
90%	9	11	17	19	21	23	23	26 ⁺
	12	13	19	20	24	27	26	29 ⁺
⁺ (85% bei 1300°C)								
geschmirgelt	12	13	15	17	11	15	18	32
	13	16	18	22	15	19	27	35
			17	20	24	28		

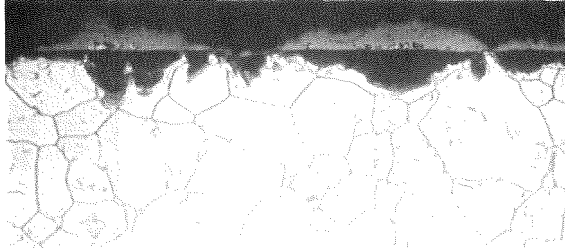
Abb. 1 HEISSDAMPF-KORROSION VON INCOLOY 800-BLECHPROBEN

ABHÄNGIGKEIT DER KORROSION VOM MITTLEREN KORNDURCHMESSER ELEKTROPOLIERTER, SPANNUNGSARMER PROBEN
KORROSION: 1000Std, 600°C, 70at

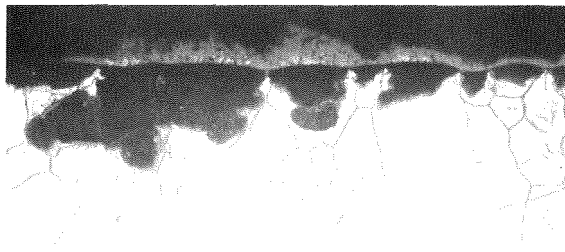




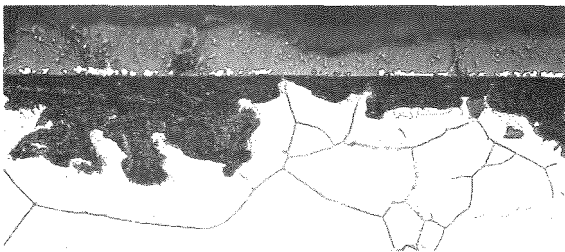
900°C



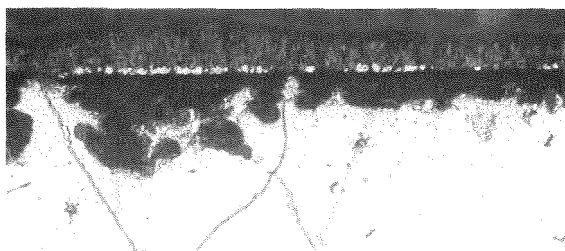
950°C



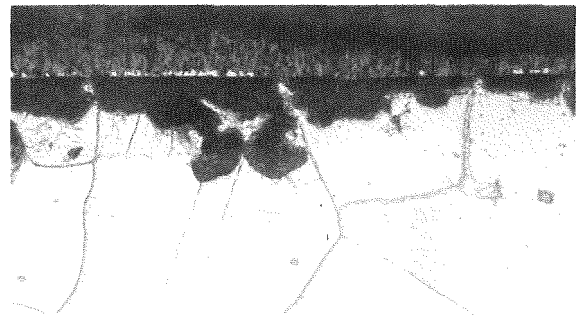
1000°C



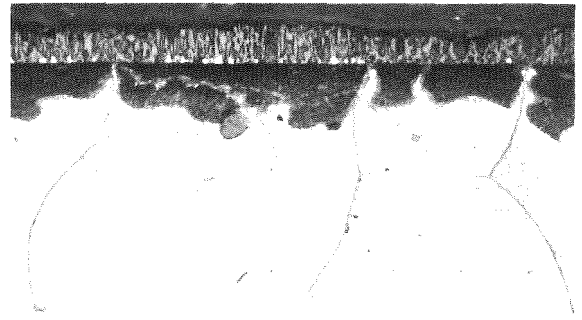
1050°C



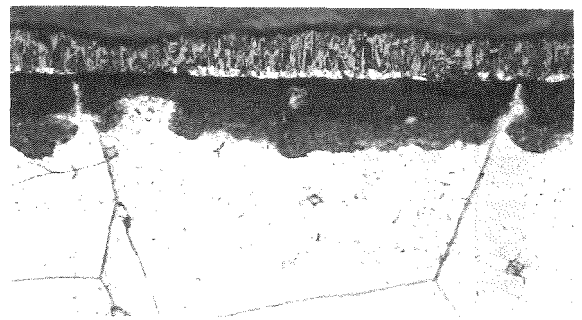
1100°C



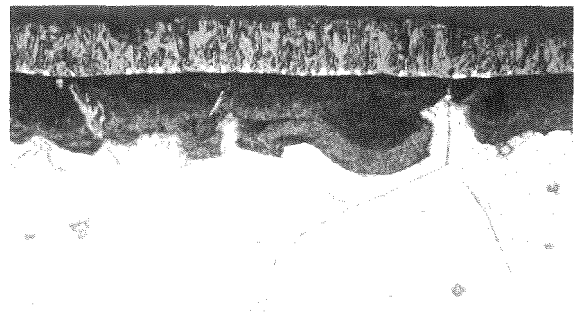
1150°C



1200°C



1250°C



1300°C

Abb. 2 HEISSDAMPF - KORROSION VON INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN
IN ABHÄNGIGKEIT DER DURCH VERSCHIEDENE GLÜHTEMPERATUREN
VARIERTEN KORNGRÖSSE.

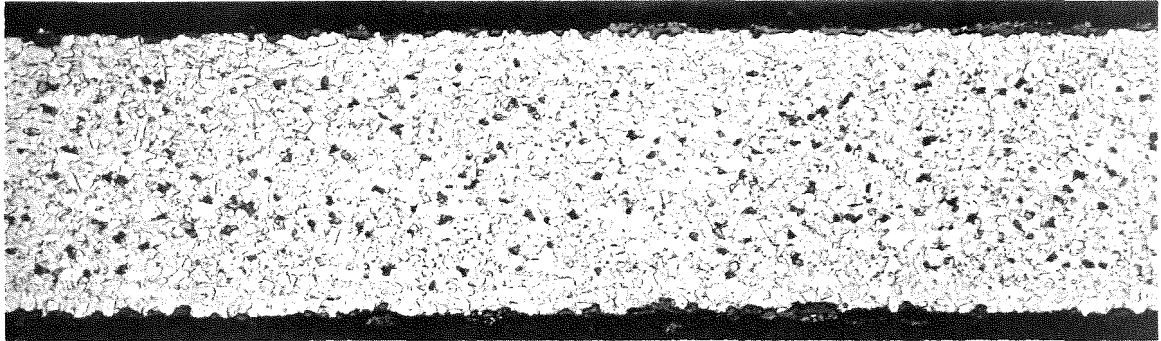
WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD, 900° - 1300°C

KORROSION : 1000 STD, HEISSDAMPF, 600°C, 70 AT 325 X

**Abb. 3 HEISSDAMPF-KORROSION VON INCOLOY 800-BLECHPROBEN
 IN ABHÄNGIGKEIT VON DER KORNGRÖSSE WÄHREND 1000 Std, 600°C, 70at
 KALTVERFORMUNG = 90%
 THERM. BEHANDLUNG: 20 Std 750°C (1), 1 Std 1050°C (2), 25 Std 1050°C (3)**

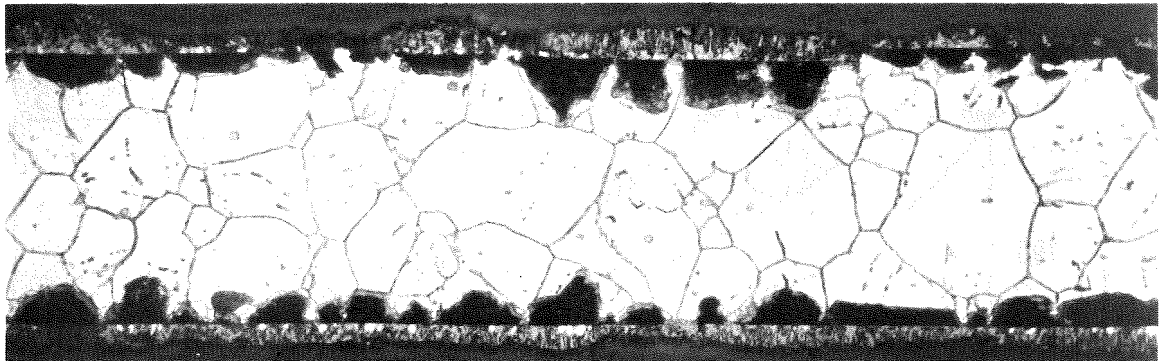
MITTL. KORNGRÖSSE [μm]

KORROSION [mg/dm^2]



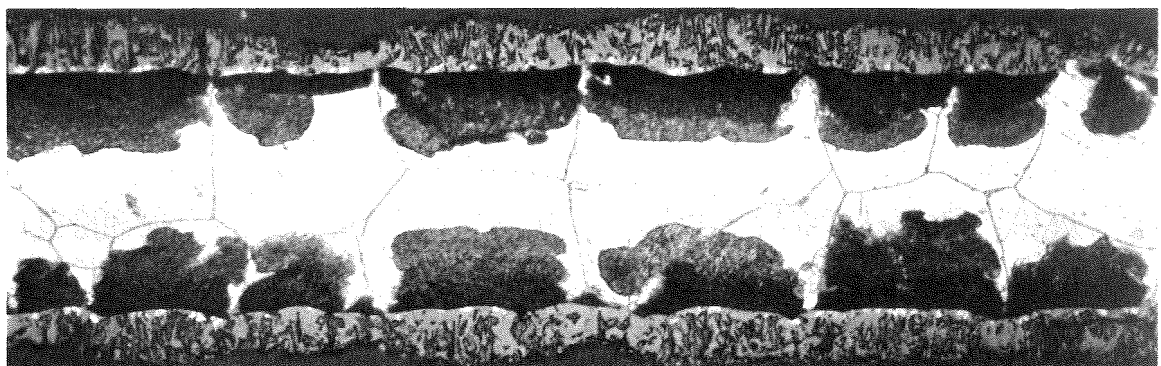
5

30



30

160



80

310

500 X

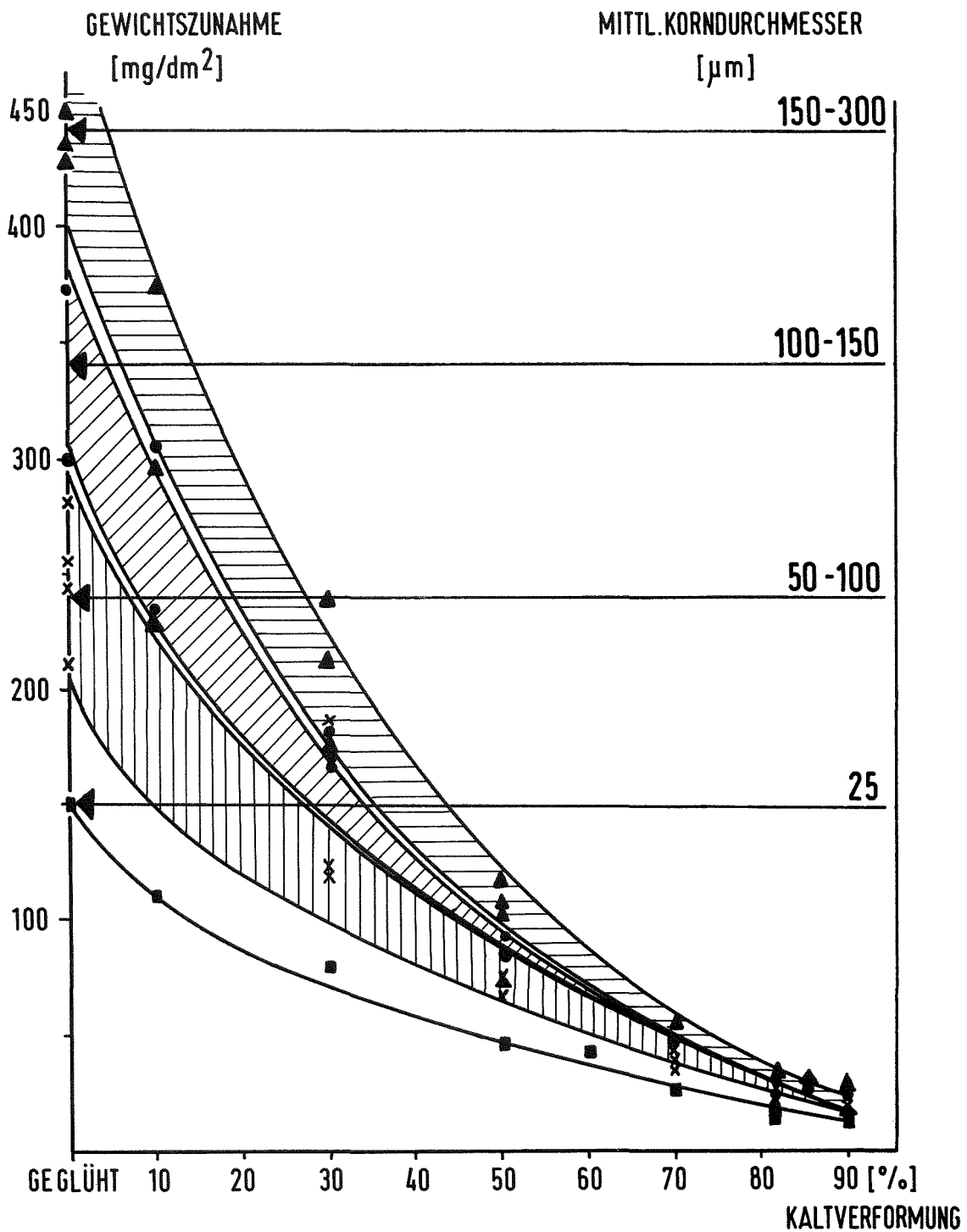
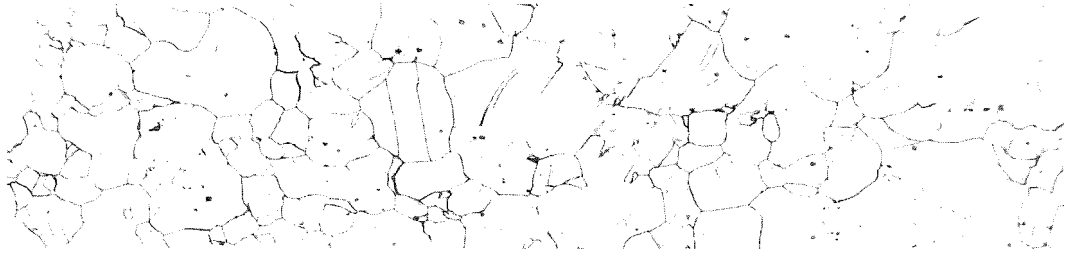


Abb. 4 HEISSDAMPF-KORROSION VON ELEKTROPOLIERTEN INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN UNTERSCHIEDLICHER KORNGRÖSSE (25-300 μm) IN ABHÄNGIGKEIT VON DER KALTVERFORMUNG WÄHREND 1000 Std, 600°C, 70 at

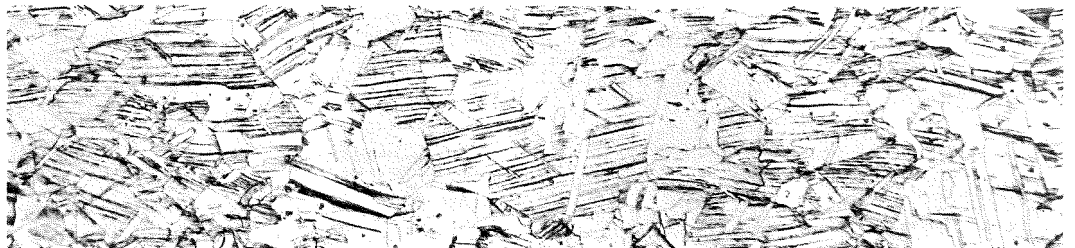
**NICHT
VERFORMT**



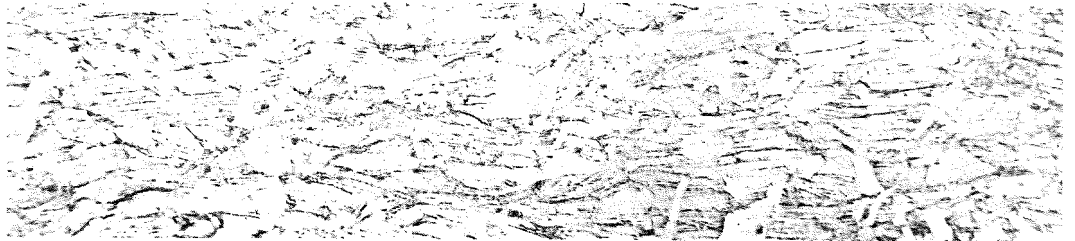
10%



30%



50%



70%



90%



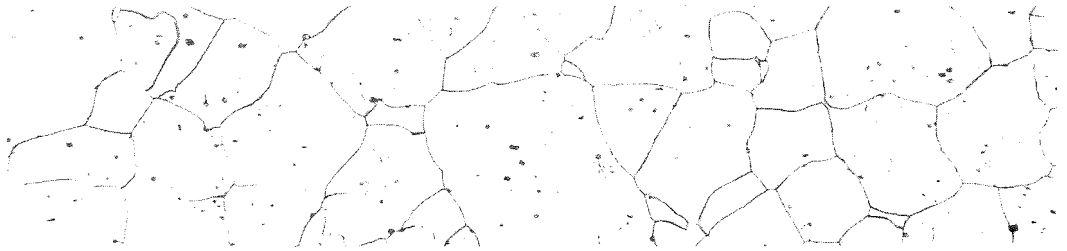
**Abb. 5 STRUKTUR VON GROBKÖRNIGEN INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN
NACH KALTVERFORMUNG UND KORROSION.**

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1050 °C

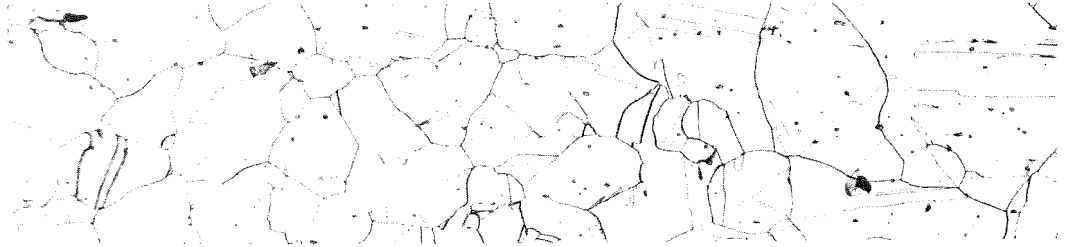
KALTVERFORMUNG : 0 - 90%

HEISSDAMPF - KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT, 100 X

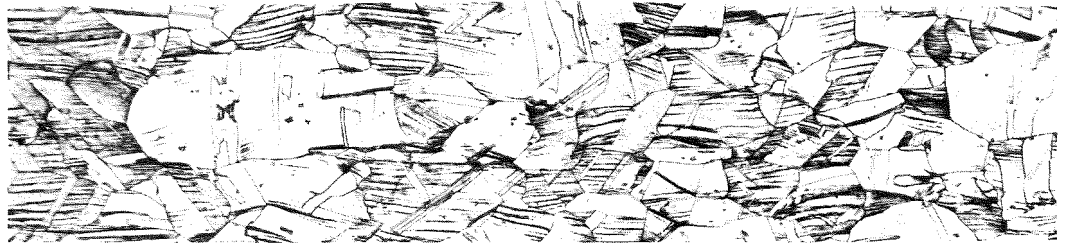
NICHT
VERFORMT



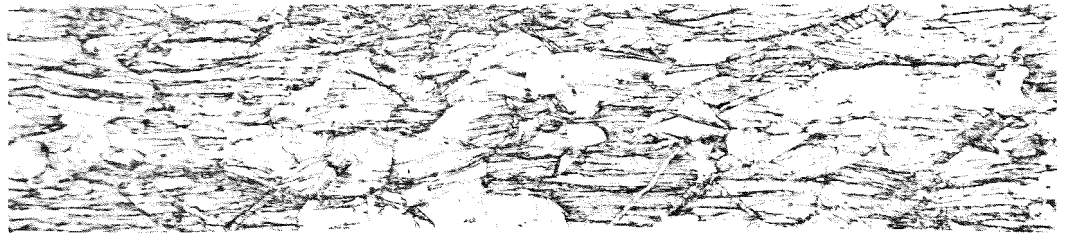
10%



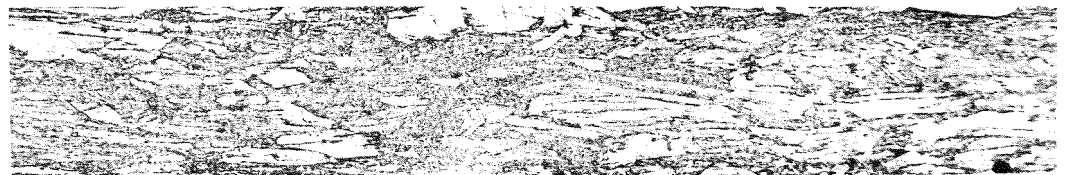
30%



50%



70%



90%



Abb. 6 STRUKTUR VON GROBKÖRNIGEN INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN
NACH KALTVERFORMUNG UND KORROSION.

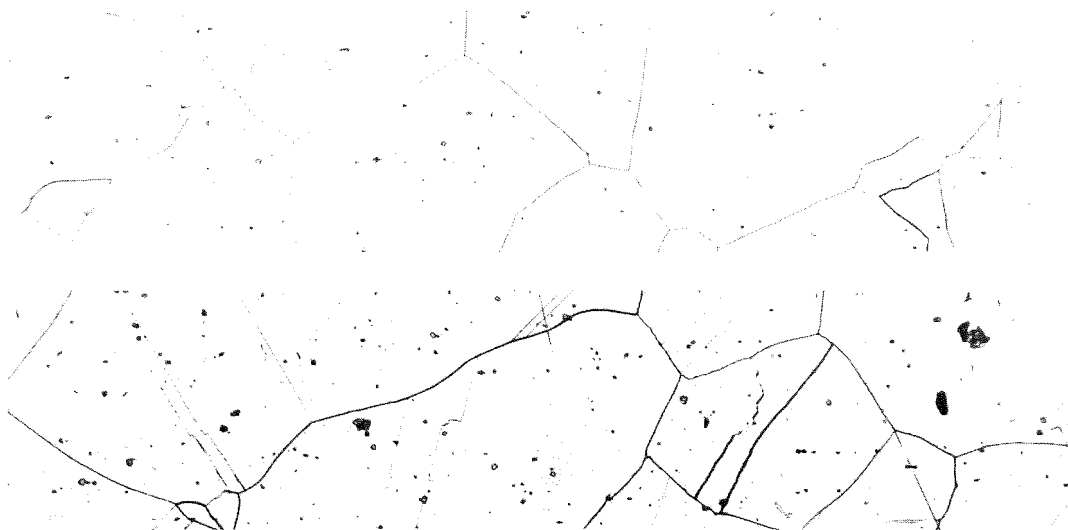
WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1150°C

KALTVERFORMUNG : 0 - 90%

HEISSDAMPF-KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT 100 X

**NICHT
VERFORMT**

10%



30%



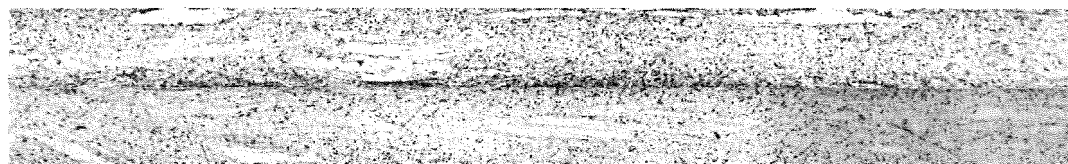
50%



70%



85%



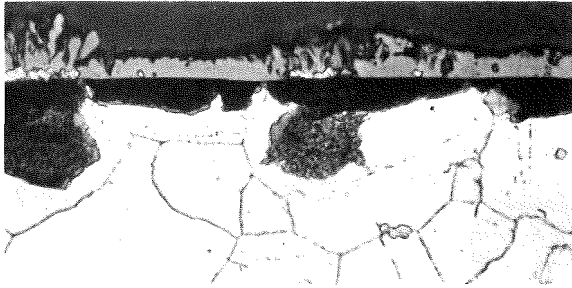
**Abb. 7 STRUKTUR VON GROBKÖRNIGEN INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN
NACH KALTVERFORMUNG UND KORROSION.**

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1300°C

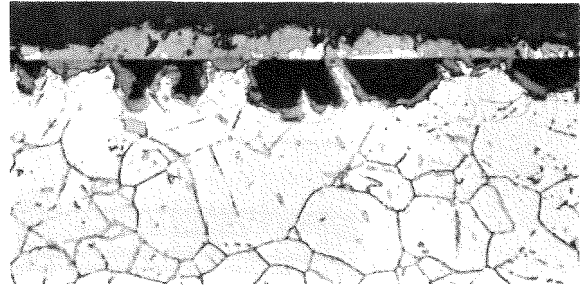
KALTVERFORMUNG : 0 - 85%

HEISSDAMPF - KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT 100 X

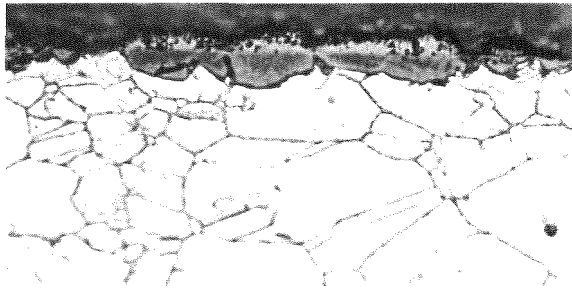
Abb. 8 HEISSDAMPF - KORROSION VON INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN
IN ABHÄNGIGKEIT VON KORNGRÖSSE UND KALTVERFORMUNG
IM ANGELIEFERTEN, ELEKTROPOLIERTEN ZUSTAND.
KALTVERFORMUNG (KV) : 0 - 90%
KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT
GEÄTZT, 650 X



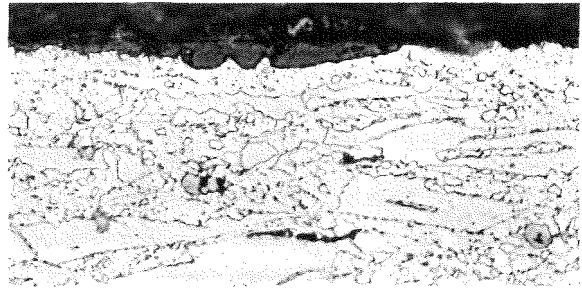
NICHT VERFORMT (LIEFERZUSTAND)



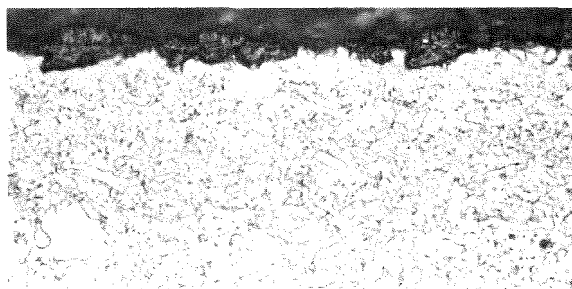
10% KV



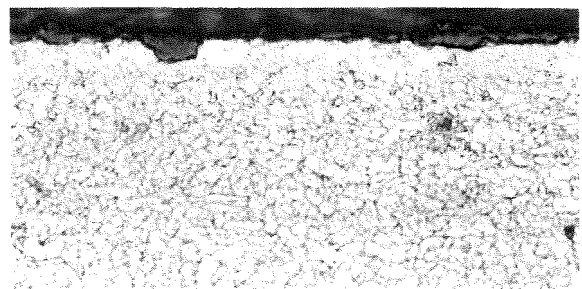
30% KV



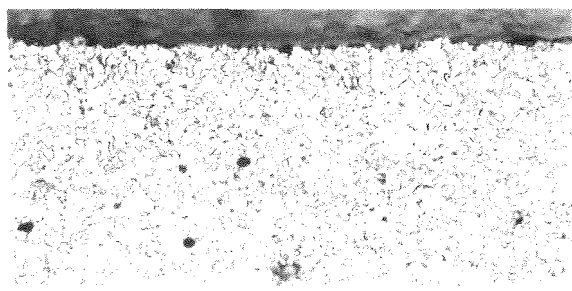
50% KV



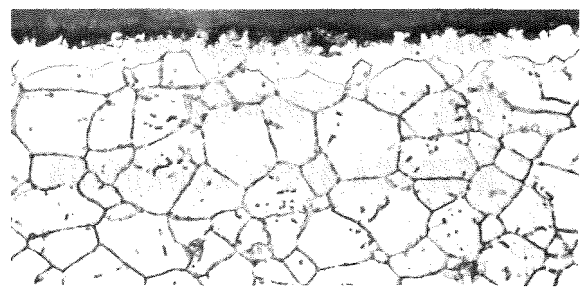
60% KV



70% KV



90% KV



GESCHMIRGELT

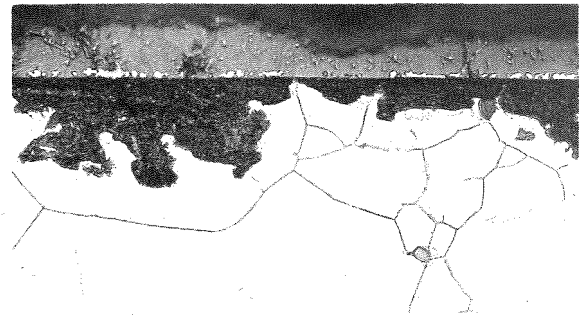
**Abb.9 HEISSDAMPF - KORROSION VON INCOLOY ALLOY 800
BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT VON KORNGRÖSSE
UND KALTVERFORMUNG.**

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD, 1050°C

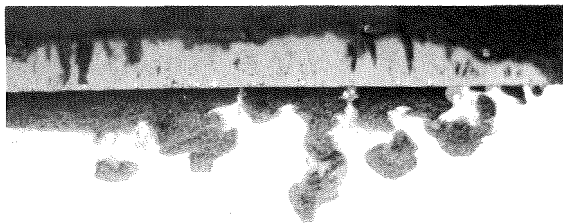
KALTVERFORMUNG(KV) : 0 - 90%

KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT

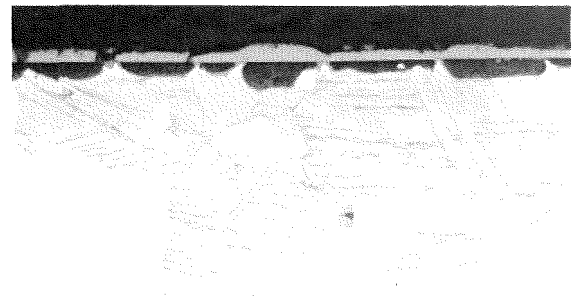
GEÄTZT, 325 X



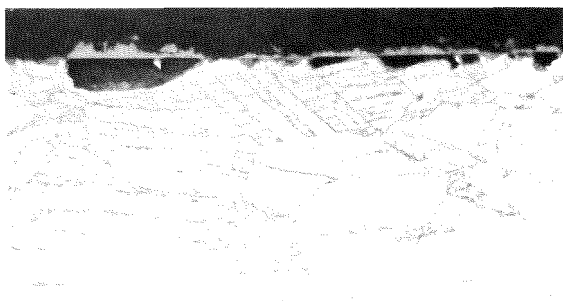
NICHT VERFORMT



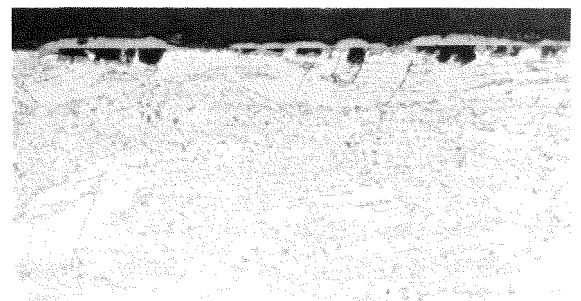
10% KV



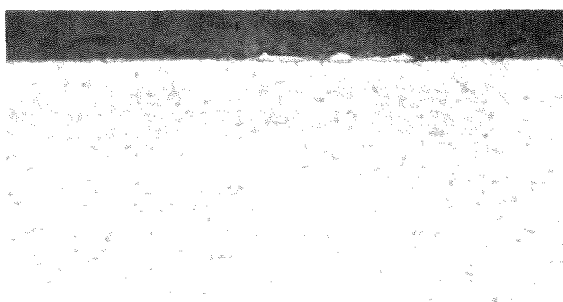
30% KV



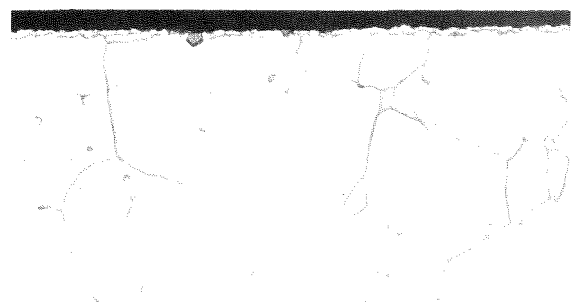
50% KV



70% KV



90% KV



GESCHMIRGELT

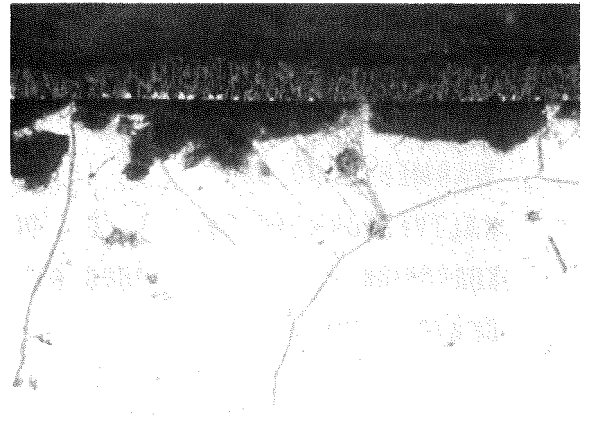
**Abb.10 HEISSDAMPF - KORROSION VON INCOLOY ALLOY 800
BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT VON KORNGRÖSSE
UND KALTVERFORMUNG.**

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1150°C

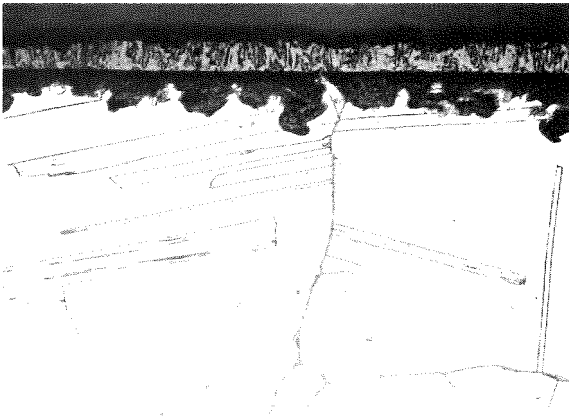
KALTVERFORMUNG(KV) : 0 - 90%

KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT

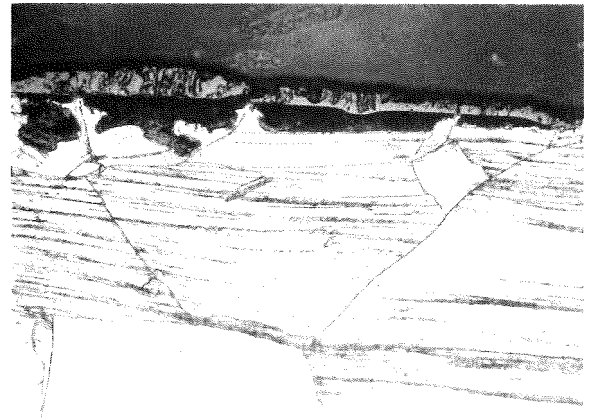
GEÄTZT, 325 X



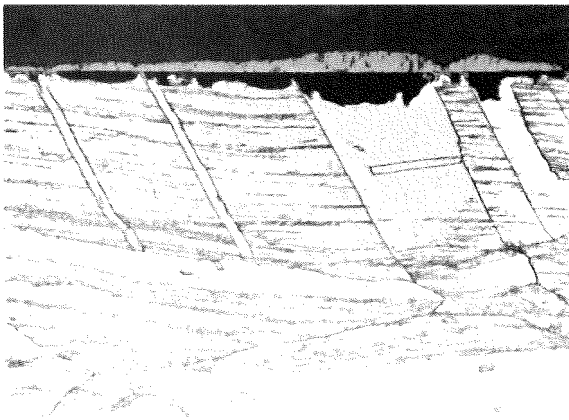
NICHT VERFORMT



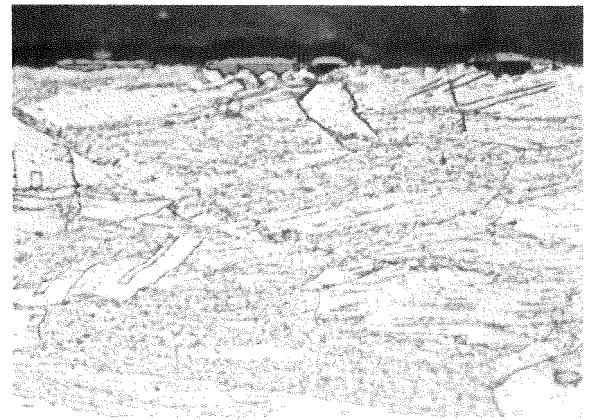
10% KV



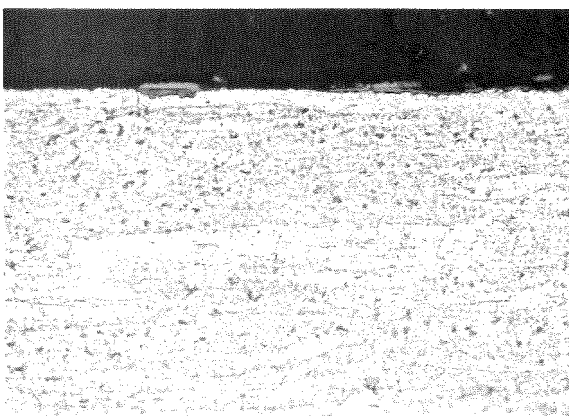
30% KV



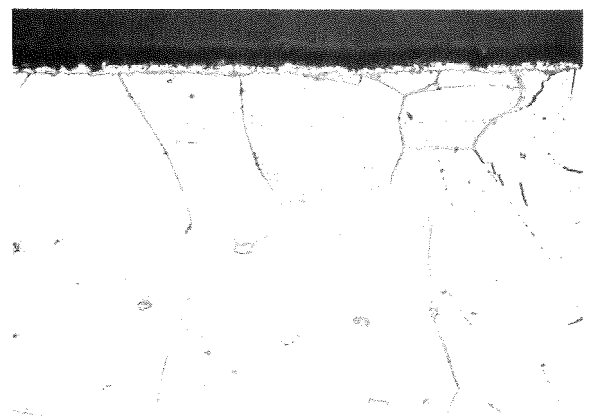
50% KV



70% KV



90% KV



GESCHMIRGELT

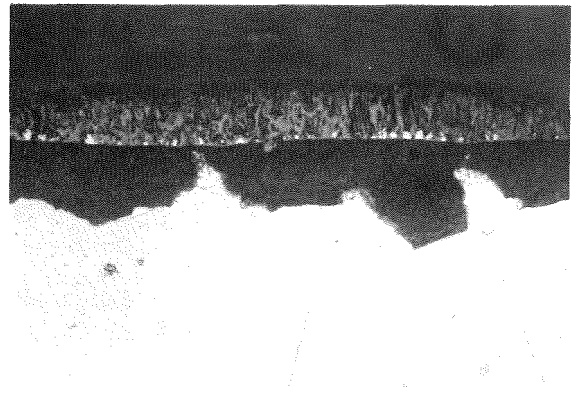
Abb.11 HEISSDAMPF - KORROSION VON INCOLOY ALLOY 800
BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT VON KORNGRÖSSE
UND KALTVERFORMUNG.

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD, 1300° C

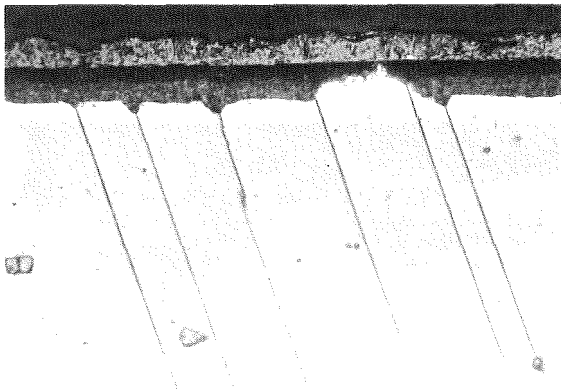
KALTVERFORMUNG(KV) : 0 - 85%

KORROSION : 1000 STD, 600° C, 70 AT

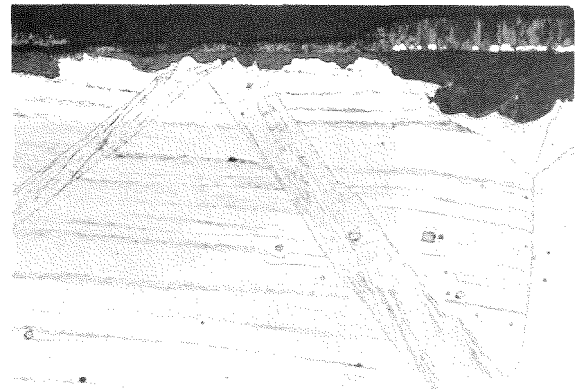
GEÄTZT, 325 X



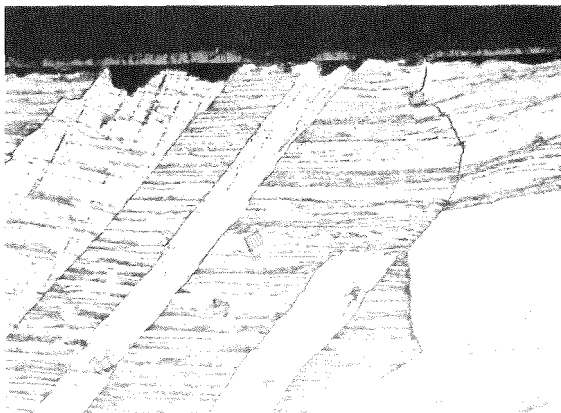
NICHT VERFORMT



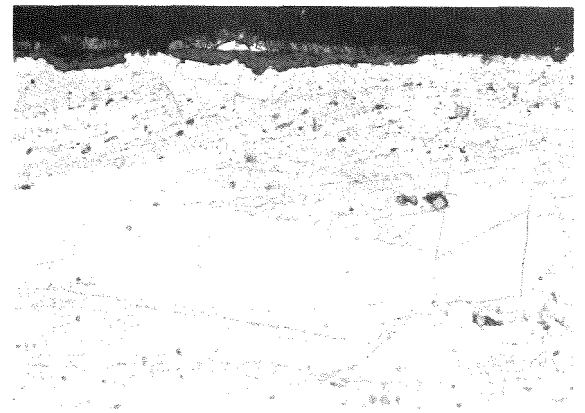
10% KV



30% KV



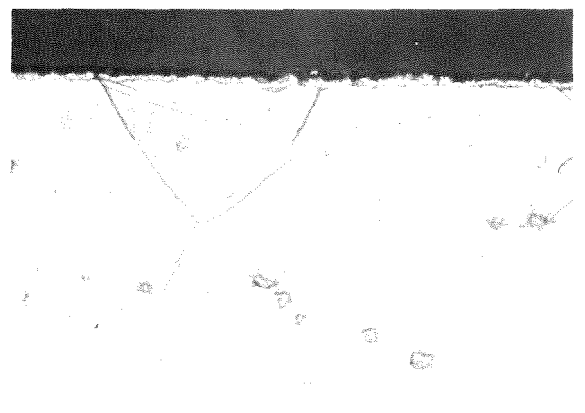
50% KV



70% KV



85%



GESCHMIRGELT

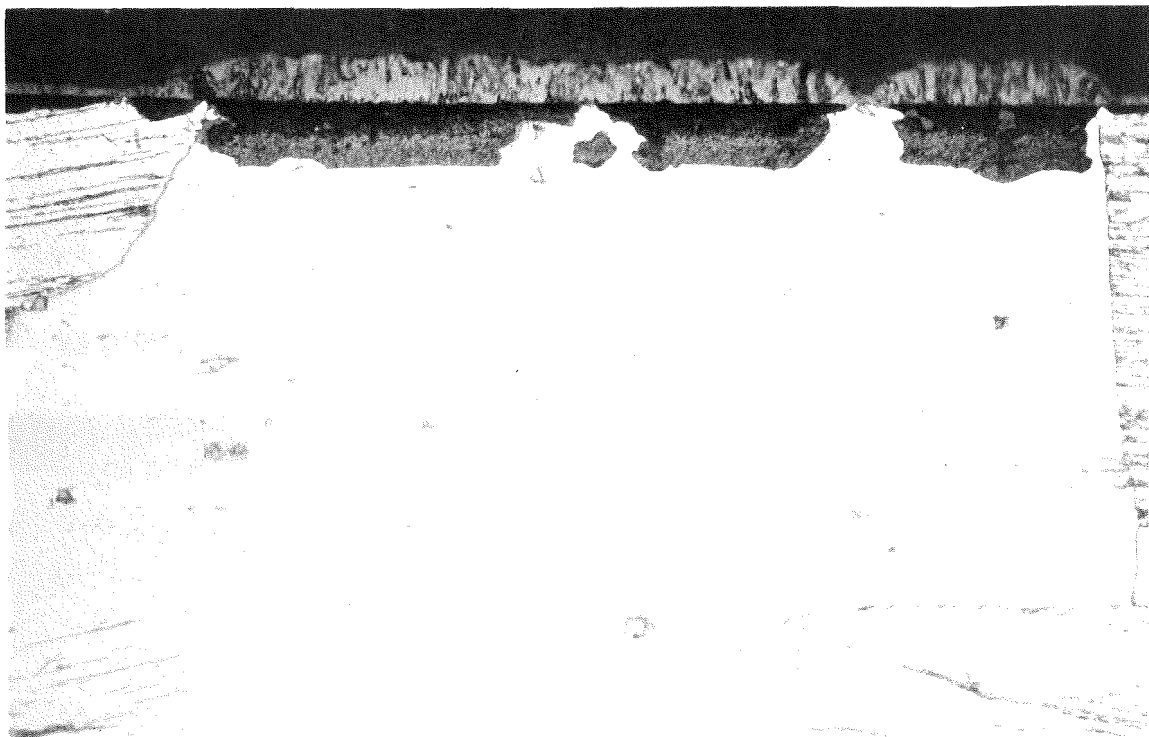
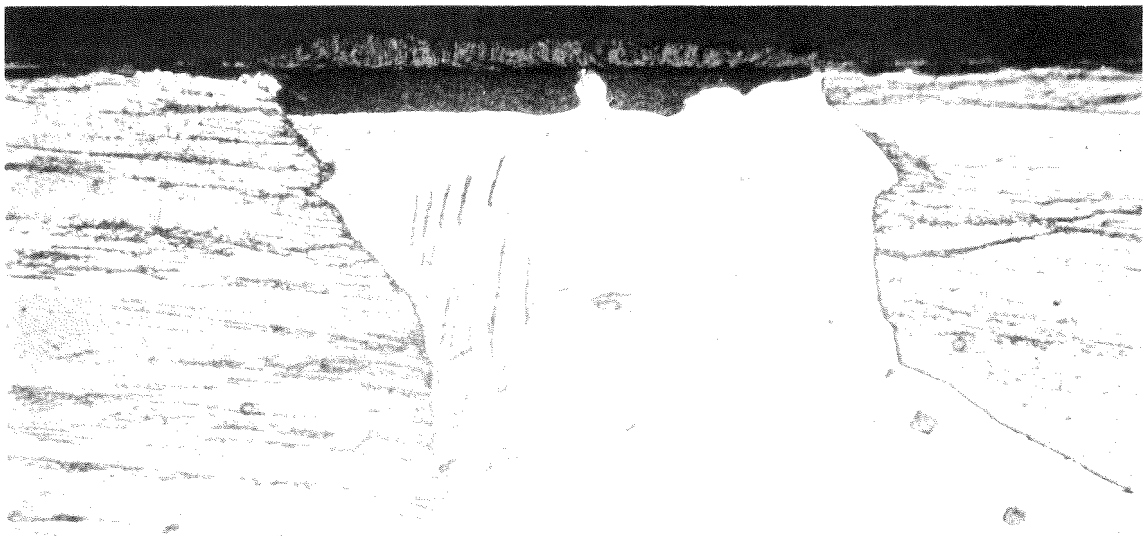


Abb.12 UNTERSCHIEDLICHES DICKENWACHSTUM DER OXIDSCHICHTEN
AUF INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT
ÖRTLICH UNTERSCHIEDLICHER DEFEKTSTRUKTUREN.

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1300°C

KALTVERFORMUNG : 50%

HEISSDAMPF - KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT 500 X



**Abb.13 UNTERSCHIEDLICHES DICKENWACHSTUM DER OXIDSCHICHTEN AUF
INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT ÖRTLICH
UNTERSCHIEDLICHER DEFEKTSTRUKTUREN.**

WÄRMEBEHANDLUNG	:	1 STD. 1300 °C	
KALTVERFORMUNG	:	50%	
HEISSDAMPF - KORROSION	:	1000 STD, 600 °C, 70 AT	500 X

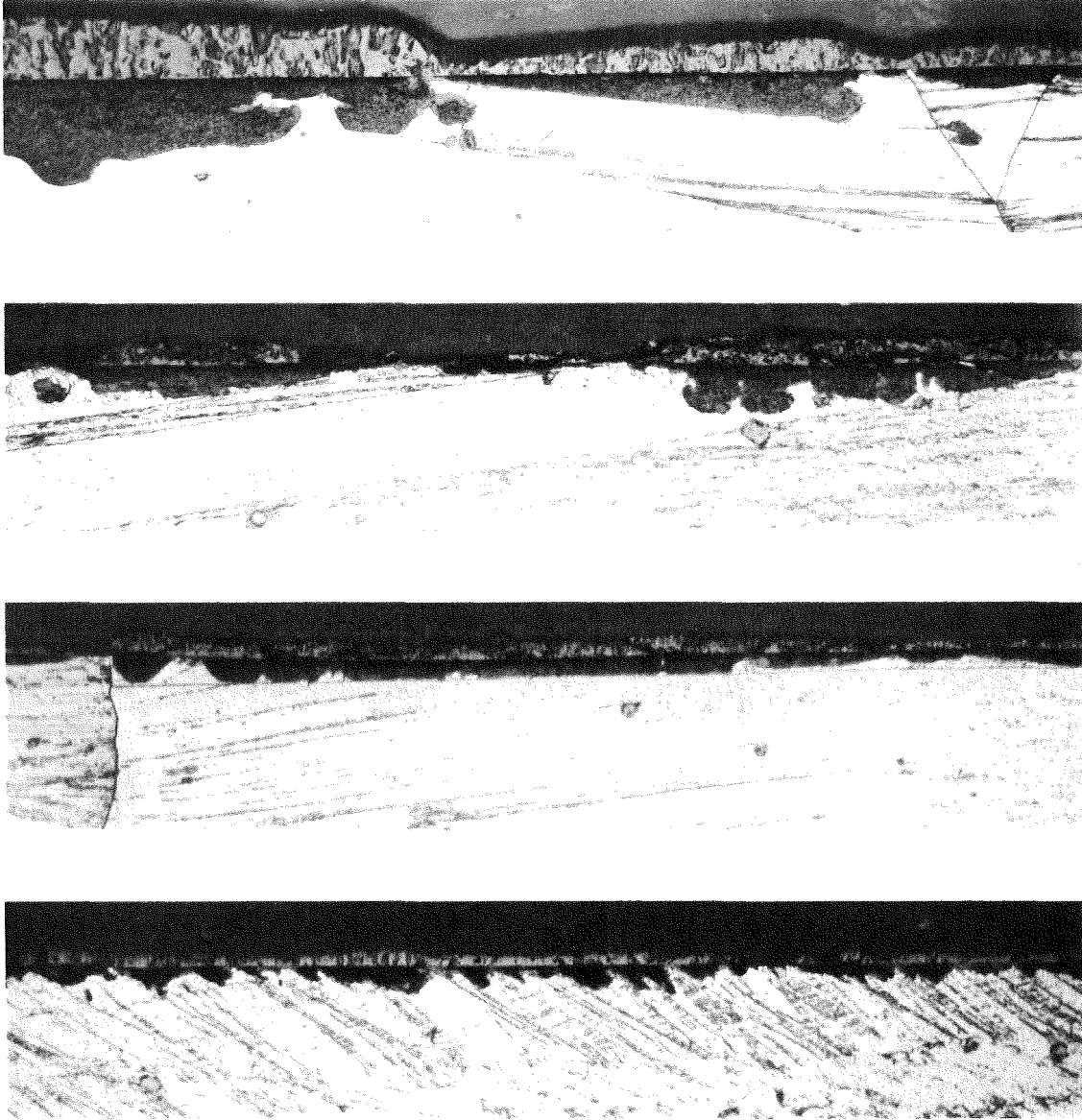


Abb.14 OXIDWACHSTUM AUF INCOLOY ALLOY 800 BLECHPROBEN IN ABHÄNGIGKEIT ÖRTLICH UNTERSCHIEDLICHER DEFEKTSTRUKTUREN.

WÄRMEBEHANDLUNG : 1 STD. 1300°C

KALTVERFORMUNG : 30% (NR.1), 50%

HEISSDAMPF - KORROSION : 1000 STD, 600°C, 70 AT 500 X