

# Mikroskopische Ermittlung der Ferrit- oder Austenitkorngröße von Stählen

EURONORM  
103 – 71

## Inhalt

<b>1 GEGENSTAND DER NORM</b>	<b>3.5.3</b> Verfahren nach McQuaid-Ehn
<b>2 BEGRIFFSBESTIMMUNG FÜR DAS KORN</b>	<b>3.5.4</b> Weitere Verfahren
<b>3 PRÜFVERFAHREN</b>	<b>3.6 Kennzeichnung der Korngröße</b>
<b>3.1</b> Wesen des Verfahrens	<b>3.6.1</b> Definition
<b>3.2</b> Definitionen und Kurzzeichen	<b>3.6.2</b> Beurteilung durch Vergleich mit Gefügebildreihen
<b>3.3</b> Entnahme und Vorbereitung der Proben	<b>3.6.3</b> Auszählung
<b>3.4</b> Sichtbarmachung des Ferritkorns	<b>3.7</b> Bemerkungen
<b>3.5</b> Sichtbarmachung des Austenitkorns	<b>4 PRÜFBERICHT</b>
<b>3.5.1</b> Verfahren nach Béchet-Beaujard	<b>ANHANG</b>
<b>3.5.2</b> Verfahren nach Kohn	

## 1 GEGENSTAND DER NORM

In der vorliegenden EURONORM wird das mikroskopische Verfahren zur Ermittlung der Ferritkorngröße und der Austenitkorngröße von Stählen beschrieben und eine Kennzeichnung der beobachteten Korngröße nach bestimmten Regeln festgelegt.

## 2 BEGRIFFSBESTIMMUNG FÜR DAS KORN

### 2.1

In dieser EURONORM wird das Korn als ein Vieleck mit mehr oder weniger gekrümmten Seiten definiert, wie es als Teil des Kornhaufwerks auf der Schnittfläche einer polierten und für mikroskopische Untersuchungen hergerichteten Probe erscheint.

### 2.2

Man unterscheidet: das Ferritkorn <sup>(1)</sup> und das Austenitkorn.

## 3 PRÜFVERFAHREN

Das mikroskopische Verfahren dient zur Ermittlung des Ferritkorns <sup>(1)</sup> und des Austenitkorns.

### 3.1 Wesen des Verfahrens

#### 3.1.1

Die Korngröße wird durch mikroskopische Untersuchung einer polierten Schnittfläche der Probe sichtbar gemacht, die nach einem geeigneten, dem Untersuchungsziel angepaßten Verfahren hergerichtet wurde.

<sup>(1)</sup> Das Ferritkorn wird im allgemeinen an unlegierten Stählen mit einem Kohlenstoffgehalt bis 0,25 % ermittelt. Sind Perlitinseln von etwa gleichen Abmessungen wie die Ferritkörner vorhanden, so werden diese Inseln als Ferritkörner betrachtet.

**3.1.2**

Die mittlere Korngröße wird

- meist durch Vergleich mit Gefügebildreihen für die Korngröße
- oder durch Auszählen unter Ermittlung einer durchschnittlichen Kornzahl je Flächeneinheit

gekennzeichnet.

**3.1.3**

In Lieferbedingungen wird die Korngröße entweder durch eine obere oder eine untere Grenzgröße oder eine Spanne angegeben; diese Grenzen kennzeichnen den zulässigen Bereich der Kerngröße jeweils für einen bestimmten Behandlungszustand.

**3.2 Definitionen und Kurzzeichen****3.2.1 Korngrößen-Kennzahl**

Die Korngrößen-Kennzahl  $G$  ist die ganze positive oder negative Zahl oder auch Null, die die je  $\text{mm}^2$  wahrer Schliifffläche beobachtete Anzahl Körner  $m$  angibt. Definitionsgemäß ist  $G = 1$  für  $m = 16$ ; die anderen Korngrößen-Kennzahlen ergeben sich aus der Formel

$$m = 8 \times 2^G \quad (1)$$

**3.2.2**

Die in dieser EURONORM verwendeten Kurzzeichen sind in Tafel I zusammengefaßt:

**Tafel I**

Kurzzeichen	Bedeutung	Größe
$g$	Lineare Vergrößerung (als Bezug anzugeben) des mikroskopischen Bildes . . . . .	in der Regel 100
$D$	Durchmesser des Kreises, der auf der Mattscheibe des Mikroskops oder der photographischen Aufnahme das Bild der untersuchten Probenfläche begrenzt . . . . .	79,8 mm (Fläche = 5000 $\text{mm}^2$ )
$n_1$	Anzahl der Körner, die sich vollständig innerhalb des Kreises mit dem Durchmesser $D$ befinden . . . . .	
$n_2$	Anzahl der Körner, die vom Umfang des Kreises mit dem Durchmesser $D$ geschnitten werden . . . . .	
$n_{100}$	Gesamtzahl (nach Übereinkunft) der auf der Abbildung mit dem Durchmesser $D$ beobachteten Körner bei 100facher Vergrößerung . . . . .	$n_{100} = n_1 + \frac{n_2}{2}$
$n_g$	Gesamtzahl (nach Übereinkunft) der auf der Abbildung mit dem Durchmesser $D$ beobachteten Körner bei der Vergrößerung $g$ . . . . .	
$K$	Faktor für die Umrechnung der linearen Vergrößerung $g$ auf die lineare Vergrößerung 100 . . . . .	$K = \frac{g}{100}$
$m$	Anzahl der Körner je $\text{mm}^2$ wahrer Schliifffläche der Probe in dem untersuchten Bereich . . . . .	$m = 2n_{100}$ (Vergrößerung 100fach) $m = 2K^2n_g$ (Vergrößerung $g$ )
$G$	Korngrößen-Kennzahl (nach Übereinkunft)	
	Beziehung zwischen $m$ und $G$ . . . . .	$m = 8 \times 2^G$ (1)
$d_m$	Mittlerer Korndurchmesser in mm . . . . .	$d_m = \frac{1}{\sqrt{m}}$
$a$	Mittlere Kornfläche in $\text{mm}^2$	$a = \frac{1}{m}$

**3.3 Entnahme und Vorbereitung der Proben**

Die Stelle der Probenahme an dem Erzeugnis muß zwischen den Partnern vereinbart werden. Die Probe wird nach den üblichen Verfahren geschliffen und poliert.

**3.4 Sichtbarmachung des Ferritkorns**

Die Ferritkörner werden durch Ätzen mit Nital (alkoholische Salpetersäurelösung) oder mit Pikral (alkoholische Pikrinsäurelösung) oder mit einem anderen geeigneten Ätzmittel sichtbar gemacht.

### 3.5 Sichtbarmachung des Austenitkorns

An Stählen, die bei Raumtemperatur austenitisch sind, und an Deltaferritstählen wird das Korn unmittelbar durch eine geeignete Gefügeätzung sichtbar; das Ätzverfahren ist zu vereinbaren.

Bei anderen Stählen wird je nach dem Zweck der Prüfung eines der nachstehend beschriebenen Verfahren angewendet, nämlich:

- Verfahren nach Béchet-Beaujard (Ätzung mit konzentrierter Pikrinsäure – Ermittlung der „Abschreckkorngröße“) (Abschnitt 3.5.1)
- Verfahren der gelenkten Oxydation nach Kohn (Abschnitt 3.5.2)
- Aufkohlungsverfahren nach McQuaid-Ehn (Abschnitt 3.5.3)
- oder gegebenenfalls andere Verfahren, die durch Vereinbarung festgelegt werden (Abschnitt 3.5.4).

#### 3.5.1 Verfahren nach Béchet-Beaujard, Ätzung mit konzentrierter Pikrinsäure

##### a) Anwendungsbereich

Dieses Verfahren kann an Proben von Stählen nach Wärmebehandlung auf martensitisches Gefüge oder Zwischenstufengefüge und gegebenenfalls an schon in mechanischen Prüfungen untersuchten Proben durchgeführt werden. Es gestattet die Sichtbarmachung des im Verlauf der Wärmebehandlung jener Proben gebildeten Austenitkorns.

##### b) Probenvorbereitung

Besondere Vorkehrungen oder Behandlungen sind nicht erforderlich. Soll die Probe jedoch erneut austenitisiert werden, so muß diese Behandlung den Angaben in der Lieferbedingung des Erzeugnisses über die Wärmebehandlung der Proben zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften entsprechen.

##### c) Polieren und Ätzen

Eine Schnittfläche der Probe wird für die mikroskopische Untersuchung poliert. Sie ist während einer ausreichend langen Zeit mit einer gesättigten wäßrigen Lösung von Pikrinsäure mit mindestens 0,5% Natriumalkylsulfonat (der Art von „Teepol“) zu ätzen.

##### Anmerkung 1

Die Ätzdauer kann wenige Minuten bis zu mehr als eine Stunde betragen (\*). Erforderlichenfalls ist das Verfahren mehrmals wie in Anmerkung 2 beschrieben zu wiederholen.

##### d) Ergebnis

Die ehemaligen Austenitkorgrenzen sind bei der mikroskopischen Untersuchung unmittelbar sichtbar.

(\* Eine leichte Erwärmung des Ätzmittels auf z.B. 60°C kann die Ätzwirkung verbessern und die Ätzdauer abkürzen.

##### Anmerkung 2

Mitunter muß das Polieren und Ätzen mehrmals durchgeführt werden, um einen genügenden Kontrast zwischen den Korngrenzen und der Grundmasse der Probe herzustellen.

#### 3.5.2 Verfahren der gelenkten Oxydation nach Kohn

##### a) Anwendungsbereich

Bei diesem Verfahren werden die Umriss des Austenitkorns bei einer bestimmten Temperatur der Wärmebehandlung durch bevorzugte Oxydation der Korngrenzen sichtbar gemacht.

##### b) Probenvorbereitung

Eine Schnittfläche der Probe wird poliert. Anschließend darf die Probe keine Oxydspuren mehr aufweisen. Die Probe wird dann zum Austenitisieren in einen Röhrenofen gebracht, der mit einem inerten Gas durchspült wird. Die Austenitisierungsbedingungen (Erwärmungsgeschwindigkeit, Temperatur, Haltedauer) müssen den Vereinbarungen oder, falls keine getroffen wurden, den Angaben der Lieferbedingung entsprechen.

Nach Ablauf der vorgeschriebenen Erwärmdauer (Haltedauer) wird mindestens 30 s lang Luft in das Rohr eingelassen.

Anschließend wird die Probe in Wasser abgeschreckt.

##### c) Polieren und Ätzen

Das auf der (zuvor schon polierten) Schlißfläche haftende Oxyd wird mit einem feinen Schleifmittel entfernt, wobei darauf zu achten ist, daß das an den Korngrenzen gebildete Oxyd-Netzwerk erhalten bleibt. Anschließend wird die Probenbehandlung in der üblichen Weise zu Ende geführt, d.h. es wird poliert und mit folgenden Mitteln geätzt:

Ätzmittel nach Villela:

Pikrinsäure	1 g
Salzsäure	5 ml
Äthanol	100 ml

oder Ätzmittel nach Benedicks:

Metanitrobenzolsulfonsäure	5 ml
Äthanol	100 ml

##### d) Ergebnis

Durch bevorzugte Ätzung der Austenitkorgrenzen werden die Kornumrisse sichtbar.

Bei ordnungsgemäßer Probenbehandlung wird die Entstehung von Oxydanhäufungen an den Korngrenzen vermieden.

In bestimmten Fällen kann es zweckmäßig sein, Schrägbeleuchtung zur besseren Hervorhebung der Korngrenzen anzuwenden.

### 3.5.3 Aufkohlungsverfahren nach McQuaid-Ehn (bei 925 °C)

#### a) Anwendungsbereich

Dieses Verfahren, das grundsätzlich den Einsatzstählen vorbehalten ist, macht die Grenzen der bei der Aufkohlung entstandenen Austenitkörner sichtbar. Es eignet sich im allgemeinen nicht dazu, das im Verlauf einer anderen Wärmebehandlung tatsächlich gebildete Austenitkorn sichtbar zu machen.

#### b) Probenvorbereitung

Die Proben dürfen keinerlei Entkohlung oder Oberflächenoxydation aufweisen. Jedwede vorangehende Kalt- oder Warmverformung, mechanische Bearbeitung oder andere Behandlung kann die Korngröße beeinflussen; in der Lieferbedingung des Erzeugnisses müssen die Arbeitsgänge erwähnt werden, die vor der Ermittlung der Korngröße durchzuführen sind.

Im allgemeinen werden die Proben in geeigneter Verteilung in einen Einsatzkasten gelegt, der mit trockenem, frischem <sup>(3)</sup> Aufkohlungspulver gefüllt ist und sich mit einem Deckel fest verschließen läßt. Üblicherweise besteht das Aufkohlungspulver aus 60 Gewichtsprozent körniger Holzkohle und 40 Gewichtsprozent Bariumcarbonat (BaCO<sub>3</sub>). Die Raummenge des Pulvers beträgt mindestens das 30fache des Rauminhaltes der aufzukohlenden Proben.

Bei der Aufkohlung wird der Kasten 8 h bei 925 °C gehalten. Danach wird er auf 600 °C abgekühlt, wobei die Abkühlungsgeschwindigkeit je nach der Probenart unterschiedlich ist, jedoch stets innerhalb 30 bis 100 °C/h liegen muß; unterhalb 600 °C kann die Abkühlungsgeschwindigkeit beliebig sein, da dieser zweite Abschnitt der Abkühlung das Endergebnis nicht beeinflußt.

#### c) Polieren und Ätzen

Die aufgekohlte Probe wird senkrecht zu ihrer Oberfläche zerschnitten. Eines der Stücke wird für die mikroskopische Untersuchung poliert. Der so entstandene Schliff wird wie folgt geätzt:

– entweder in einer siedenden Lösung von alkalischem Natriumpikrat:

Pikrinsäure	2 g
Ätznatron	25 g
Wasser	100 ml

– oder mit Salpetersäure (Nital):

HNO <sub>3</sub>	3 bis 5 ml
Äthanol	Rest auf 100 ml

Gegebenenfalls können andere Ätzmittel verwendet werden, sofern sie das gleiche Ergebnis erbringen.

#### d) Ergebnis

Die Korngrenzen in der aufgekohlten Schicht (mit etwa 1 mm Dicke) bestehen aus übereutektoidischem Zementit.

<sup>(3)</sup> Die Wiederverwendung bereits benutzten Aufkohlungspulvers ist unzulässig.

### 3.5.4 Weitere Verfahren für bestimmte Stähle

Bei bestimmten Stählen kann nach einer einfachen Wärmebehandlung (Glühen oder Normalglühen, Härten, Vergüten usw.) der Umriß des Austenitkorns unter dem Mikroskop in folgenden Formen auftreten: Netzwerk aus voreutektoidischem Ferrit, das Perlitkörner einschließt; Netzwerk aus sehr feinstreifigem Perlit, das Martensitkörner einschließt usw. Das Austenitkorn kann auch durch thermisches Ätzen im Vakuum sichtbar gemacht werden, dem nicht notwendigerweise eine Oxydation zu folgen braucht. In solchen Fällen muß in der Lieferbedingung das betreffende vereinfachte Verfahren erwähnt werden <sup>(4)</sup>.

## 3.6 Kennzeichnung der Korngröße

### 3.6.1 Definition

Die Korngrößen-Kennzahl ist gemäß Abschnitt 3.12 definiert durch die Formel

$$m = 8 \times 2^G \quad (1)$$

Diese Formel kann geschrieben werden:

$$G = \frac{\log m}{\log 2} - 3 \quad (2)$$

oder

$$G = \frac{\log m}{0,301} - 3 \quad (2a)$$

### 3.6.2 Beurteilung durch Vergleich mit Gefüge-Bildreihen

Man vergleicht das Bild (Sehfeld) auf der Mattscheibe (oder auf der Photoaufnahme) mit einer vorgegebenen Reihe von Gefügebildern <sup>(5)</sup>. Diese Gefügebildreihen mit der Vergrößerung 100 sind von I bis VIII so numeriert, daß ihre Nummer gleich der Korngrößen-Kennzahl G ist (vgl. Bildtafeln A bis D oder E bis G).

Durch Vergleich ermittelt man jenes Bild der Bildreihe, dessen Korngröße derjenigen der Probe (im untersuchten Sehfeld) am nächsten kommt.

Für Vergrößerungsmaßstäbe g des untersuchten Bildes, die von 100 abweichen, ist die Korngrößen-Kennzahl G gleich der Zahl M des dem beobachteten Bild am nächsten kommenden Bildes der Gefügebildreihe, wobei das Verhältnis der Abbildungsmaßstäbe wie folgt berücksichtigt wird:

$$G = M + 6,64 \log \frac{g}{100} \quad (3)$$

Die nachstehende Tafel II gibt die verschiedenen Korngrößen-Kennzahlen für die gebräuchlichen Vergrößerungen an.

<sup>(4)</sup> Zu diesen Verfahren zählen namentlich folgende:

- Härten auf Martensit mit anschließendem Anlassen und Ätzen mit einem geeigneten Ätzmittel („Abschreckkorngröße“);
- Ausscheidungen an den Korngrenzen während des Abkühlens;
- Verfahren des Abkühlens mit zwischenzeitlichem Halten usw.

<sup>(5)</sup> Es werden entweder die in der Norm NF A 04 – 102 (Bildtafeln A bis D) oder die in ASTM E 112 – 63 (Bildtafeln E bis G) definierten Gefügebildreihen verwendet.

Tafel II

Vergrößerung des betrachteten Bildes der Probe	Korngrößen-Kennzahl des Gefüges im beobachteten Bild bei Vergleich mit den Bildern (I bis VIII) der Gefügebildreihe							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
25	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
50	-1	0	1	2	3	4	5	6
100	1	2	3	4	5	6	7	8
200	3	4	5	6	7	8	9	10
400	5	6	7	8	9	10	11	12
800	7	8	9	10	11	12	13	14

### 3.6.3 Auszählung

Die lineare Vergrößerung  $g$  des untersuchten Bildes muß so sein, daß mindestens etwa 50 Körner in einem Kreis von 79,8 mm Durchmesser (5000 mm<sup>2</sup> Fläche) auf der

Mattscheibe des Mikroskops (oder auf der Photoaufnahme) gezählt werden können.

Die lineare Vergrößerung beträgt in der Regel 100. Dieser Fall entspricht einer wahren Größe der beobachteten Probenfläche von 0,5 mm<sup>2</sup> (Bild 1).

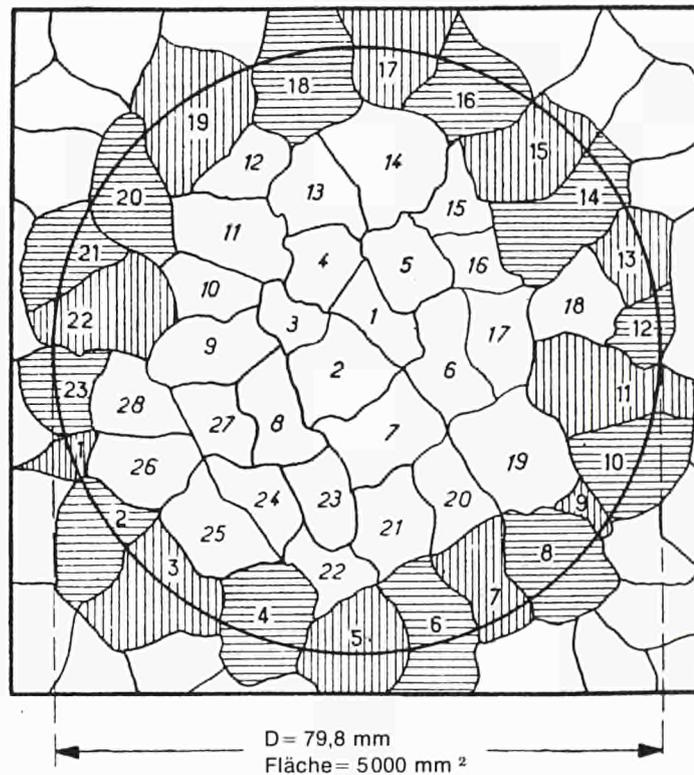


Bild 1

Man ermittelt die Anzahl  $n_1$  der Körner, die vollständig im Kreis liegen, sowie die Anzahl der Körner  $n_2$ , die von der Kreislinie geschnitten werden <sup>(6)</sup>.

Die Gesamtzahl der Körner ist dann vereinbarungsgemäß:

$$n_{100} = n_1 + \frac{n_2}{2} \quad (4)$$

Die Anzahl der Körner je  $\text{mm}^2$  (wahre) Probenoberfläche beträgt:

$$m = 2 n_{100} \quad (5)$$

oder bei beliebiger Vergrößerung  $g$ :

$$m = 2 \left(\frac{g}{100}\right)^2 n_g \quad (6)$$

<sup>(6)</sup> Man kann die Auszählung auch auf einer durch ein Quadrat von 70,7 mm Seitenlänge begrenzten Fläche vornehmen (Flächeninhalt ebenfalls  $5000 \text{ mm}^2$ ).

oder

$$m = 2 K^2 n_g \quad (7)$$

mit

$$K = \frac{g}{100} \quad (8)$$

Der mittlere Korndurchmesser in mm in natürlicher Größe beträgt:

$$d_m = \frac{1}{\sqrt{m}} \quad (9)$$

Die mittlere Kornfläche in  $\text{mm}^2$  in natürlicher Größe beträgt:

$$a = \frac{1}{m} \quad (10)$$

Jedem Wert von  $G$  entspricht ein Nennwert von  $m$ . Einem ganzzahligen Wert von  $G$  werden die beobachteten Werte von  $m$  zugeordnet, die nach den Formeln (5) oder (7) berechnet worden sind und die sich innerhalb der Grenzen nachstehender Tafel III bewegen:

Tafel III

Werte der Korngrößen-Kennzahl $G$	Zahl $m$ der Körner je $\text{mm}^2$		Mittlerer quadratischer Korndurchmesser $d_m$ mm	Mittlere quadratische Kornfläche $a$ $\text{mm}^2$
	Nennwert	Grenzwerte von (ausschließlich) bis (einschließlich)		
-7	0,062 5	0,046 0,092	4	16
-6	0,125	0,092 0,185	2,828	8
-5	0,25	0,185 0,37	2	4
-4	0,50	0,37 0,75	1,414	2
-3	1	0,75 1,5	1	1
-2	2	1,5 3	0,707	0,5
-1	4	3 6	0,500	0,25
0	8	6 12	0,353	0,125
1	16	12 24	0,250	0,062 5
2	32	24 48	0,176	0,031 2
3	64	48 96	0,125	0,015 6
4	128	96 192	0,0884	0,007 81
5	256	192 384	0,0625	0,003 90
6	512	384 768	0,0442	0,001 95
7	1024	768 1536	0,0312	0,000 98
8	2048	1536 3072	0,0221	0,000 49
9	4096	3072 6144	0,0156	0,000 244
10	8192	6144 12288	0,0110	0,000 122
11	16384	12288 24576	0,0077	0,000 061
12	32768	24576 49152	0,0055	0,000 030
13	65536	49152 98304	0,0038	0,000 015
14	131072	98304 196608	0,0027	0,000 007 5
15	262144	196608 393216	0,0019	0,000 003 7
16	524288	393216 786432	0,0014	0,000 001 9
17	1048576	786432 1572864	0,0010	0,000 000 95

### 3.7 Bemerkungen

#### 3.7.1 Körner mit verschiedenen Korngrößen-Kennzahlen

Mitunter weist das Gefügebild Körner auf, die zwei oder mehr Korngruppen mit verschiedenen Korngrößen-Kennzahlen angehören. Man erkennt dies z.B. beim Vorhandensein von mehreren nebeneinander liegenden Körnern, deren Größe sich wesentlich von der der Gesamtheit unterscheidet. Unter Umständen muß man dann den Anteil der einzelnen Korngruppen jeweils für sich beurteilen und mehrere Korngrößen-Kennzahlen festlegen, nötigenfalls unter Angabe der Häufigkeit oder der Anordnung der Körner.

#### 3.7.2 Körner mit Unterstruktur

Sie gelten als ganze Körner, falls nichts anderes vereinbart wurde (Bild 2).

#### 3.7.3 Ungleichachsige Körner

Die Bezeichnung der Körner kann ergänzt werden durch Angabe des sogenannten Streckungsverhältnisses, das man durch Messung in zwei zueinander senkrechten, zweckmäßig gewählten Richtungen erhält; die eine dieser Richtungen kann mit der Walzrichtung übereinstimmen. In beiden Richtungen wird die gleiche Zahl von Körnern erfaßt und aus dem Ergebnis der Längenmessung das Streckungsverhältnis ermittelt.

#### 3.7.4 Festlegung der Korngrößen-Kennzahl

Bei der Ermittlung der Korngrößen-Kennzahl sowohl durch Vergleich mit Bildreihen als auch durch Auszählen erreicht man selten eine Genauigkeit, die besser ist als eine halbe Einheit. Die Korngrößen-Kennzahl wird daher im Prüfbericht entsprechend abgerundet.

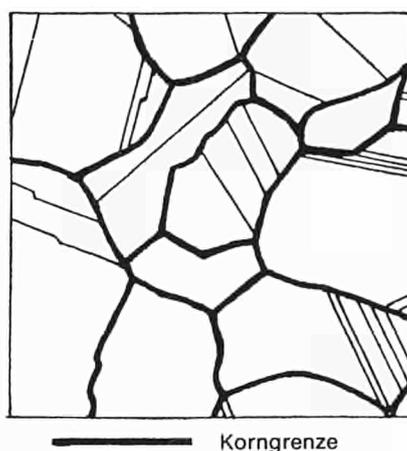


Bild 2

## 4 PRÜFBERICHT

Der Prüfbericht muß enthalten :

- die geprüfte Stahlsorte,
- die Art des ermittelten Kornes (Ferrit- oder Austenitkorn),
- das angewendete Prüfverfahren,
- die ermittelte Korngrößen-Kennzahl.

## Anhang

## 1 LINIENSCHNITTVERFAHREN

Durch Auszählen der von einer geraden Linie geschnittenen Anzahl von Körnern und Angabe des Mittelwertes der durch den Schnitt mit den Korngrenzen erzeugten Teilabschnitte kann man die Korngröße kennzeichnen:

$$d = L/N,$$

L = Gesamtlänge der Schnittgeraden

N = Anzahl der geschnittenen Körner.

Die Zahl N wird für die übliche Prüfung auf 50 festgesetzt. Es ist auch eine Messung mit einer oder mehreren Schnittgeraden bestimmter Länge zulässig. In diesem Fall beträgt die Zahl der zu schneidenden Körner ebenfalls mindestens 50.

Nicht durchgehend geschnittene Körner (mit in das Korninnere nur hineinreichender Schnittgeraden) gelten als halbe Körner.

Die Länge der Geraden, die 50 Körner schneidet, wird entweder auf der Mattscheibe des Mikroskops oder auf einer Photoaufnahme gemessen. Die Vergrößerung ist so zu wählen, daß die gemessene Länge (L') mindestens

50 mm beträgt. Diese Länge kann auch durch Verschiebung des Mikroskoptisches gemessen werden. Die Anzahl der Körner wird z.B. mit einem Fadenkreuzokular ermittelt. Die wahre gemessene Länge L ist durch die Beziehung gegeben:

$$L = \frac{L'}{g'}$$

g' = Vergrößerung.

Bei ungleichachsigen Körnern werden die Messungen in den drei Hauptrichtungen vorgenommen.

Ist d bekannt, so erhält man die entsprechende Korngrößen-Kennzahl mit Hilfe verschiedener Umrechnungsformeln.

Tatsächlich besteht ein Verhältnis zwischen dem mittleren Linienschnitt und dem mittleren Durchmesser der Körner. Der Proportionsfaktor kann verschiedene Werte annehmen.

Es gibt andere, abgewandelte Verfahren der Linienschnittmessung, die wahlweise angewendet werden können.

## 2 HINWEISE ZUR GEFÜGEBEURTEILUNG UND AUSWERTUNG

## 2.1

Für kohlenstoffreichere Stähle, bei denen Perlitinseln von Ferrit- oder Zementitsäumen in einem zusammenhängenden Netz umgeben sind, siehe Abschnitt 3.5.4. Im Linienschnittverfahren gilt die Mitte des an den Korngrenzen ausgeschiedenen Gefügebestandteiles als Korngrenze. Ist jedoch das Netz nicht deutlich ausgeprägt, so ist das Meßverfahren besonders zu vereinbaren.

## 2.2

Das Korn von Metallen hat die Form eines unregelmäßigen Polyeders, doch läßt sich die Messung seiner

mittleren Größe in einfacher Weise durchführen. Es ist üblich, mit „Korn“ jene Formen zu bezeichnen, die sich beim Zerschneiden von Proben als Schnittflächen dieser Polyeder ergeben. Man darf jedoch nicht vergessen, daß unter diesen Bedingungen keine genaue Bestimmung der mittleren Korngröße eines Stahles möglich ist. Selbst wenn das Gefüge des Stahls aus gleichmäßigen Polyedern bestünde, könnten die auf einem beliebigen ebenen Querschnitt beobachteten Polygonflächen alle Werte zwischen Null und einem Höchstwert haben (die Häufigkeitsverteilung jener Flächeninhalte läßt sich errechnen, wenn man die Grundform des Polyeders kennt).

## 3 WEITERE VERFAHREN ZUR KENNZEICHNUNG DER KORNGRÖSSE

Zur Zeit gibt es außer dem in dieser EURONORM beschriebenen Verfahren zur Kennzeichnung der Korngröße zwei weitere Systeme: das amerikanische und das schwedische.

## a) Amerikanisches System

Bei diesem System wird die Korngröße durch die sogenannte ASTM-Korngrößen-Kennzahl (nach ASTM E 112-

63) angegeben. Diese Zahl entspricht der Anzahl der auf einer Fläche von 1 Quadratzoll ( $645 \text{ mm}^2$ ) bei der Vergrößerung 100 beobachteten Körner, und man erhält, wenn  $n$  die Anzahl der Körner ist und  $N$  die Korngrößen-Kennzahl bezeichnet, folgende auf Übereinkunft beruhende Beziehung:

$$n = 2^{N-1}$$

#### b) Schwedisches System

Bei diesem System wird die Korngröße durch die vorherrschende Größe der einzelnen Schnittflächen einer Gesamtheit von einander anliegenden Körnern einer gegebenen Fläche definiert: diese vorherrschende Flächengröße entspricht dem Höchstwert der Kurve der statistischen Verteilung der beobachteten einzelnen Flächen der Körner jenes Gesamtgefüges. Die Korngröße wird vereinbarungsgemäß durch eine Kennzahl  $N$  ausgedrückt, der sogenannten JKM-Kennzahl, die Funktion dieser vorherrschenden Flächengröße ist. Die Kennzahlen  $N$  sind von 0 bis 15 abgestuft und entsprechen einer geometrischen Progression zweiter Ordnung, die den Bereich von 1 bis  $32\,768 \mu\text{m}^2$  umfaßt (siehe „Jerkontorets Annaler“ Band 121 (1937), Seite 579).

#### c) Numerische Beziehungen zwischen den verschiedenen Korngrößen-Kennzahlen bei regelmäßigen Gefügen

Empirisch ist festzustellen, daß die Summe der Korngrößen-Kennzahl JKM und der Korngrößen-Kennzahl nach dieser EURONORM zwischen 16 und 18 liegt.

Die Korngrößen-Kennzahl nach ASTM (E 112-63) ist durch die Anzahl der Körner  $n$  definiert, die bei einhundertfacher linearer Vergrößerung auf einer Fläche von 1 Quadratzoll gezählt werden.

Die Korngrößen-Kennzahl dieser EURONORM ist auf die Anzahl Körner  $m$  je  $\text{mm}^2$  der wahren (nicht vergrößerten) Fläche bezogen. Das Verhältnis der Größen  $n$  und  $m$  beträgt damit

$$\frac{n}{m} = \frac{(25,4)^2}{(100)^2} \quad (11)$$

woraus

$$\log n = \log m - 4 + 2,8096 = \log m - 1,1904 \quad (12)$$

Nun hat die Korngrößen-Kennzahl nach ASTM den Wert

$$N = \frac{\log n}{\log 2} + 1 \quad (13)$$

Die durch diese EURONORM definierte Kennzahl ist:

$$G = \frac{\log m}{\log 2} - 3 \quad (14)$$

Daraus ergibt sich

$$\begin{aligned} \log n &= (N - 1) \log 2 \\ \log m &= (G + 3) \log 2 \end{aligned} \quad (15)$$

Durch Einsetzen in die Formel (12) erhält man:

$$\log n = (N - 1) \log 2 = (G + 3) \log 2 - 1,1904 \quad (16)$$

$$N = G + 0,0456. \quad (17)$$

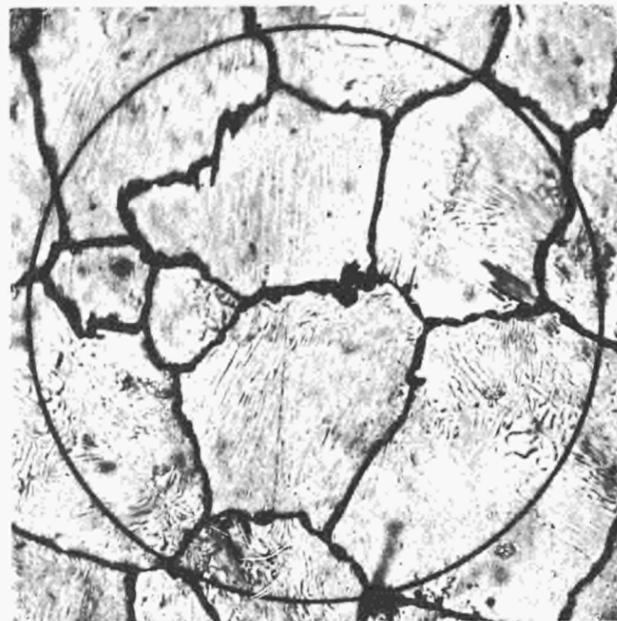
Die Korngrößen-Kennzahl der ASTM definiert demnach ein Korn, das etwas größer ist als das in dieser EURONORM definierte Korn; der Unterschied beträgt jedoch weniger als ein Zwanzigstel der Einheit der Korngrößen-Kennzahl. Dieser Unterschied kann vernachlässigt werden, da die Korngröße im allgemeinen, selbst unter günstigsten Bedingungen, nur mit einer Genauigkeit von einer halben Korngrößen-Einheit ermittelt werden kann.



ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE – GEFÜGE BILDREIHEN

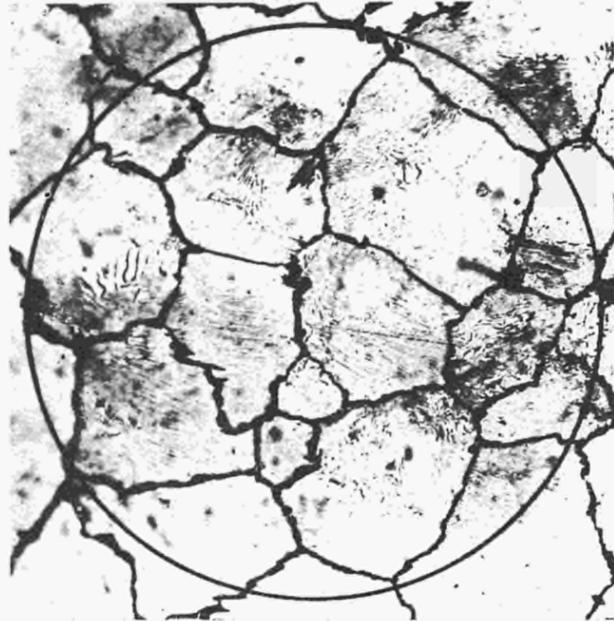
(Bildtafel A)

Gefügebild Nr. I



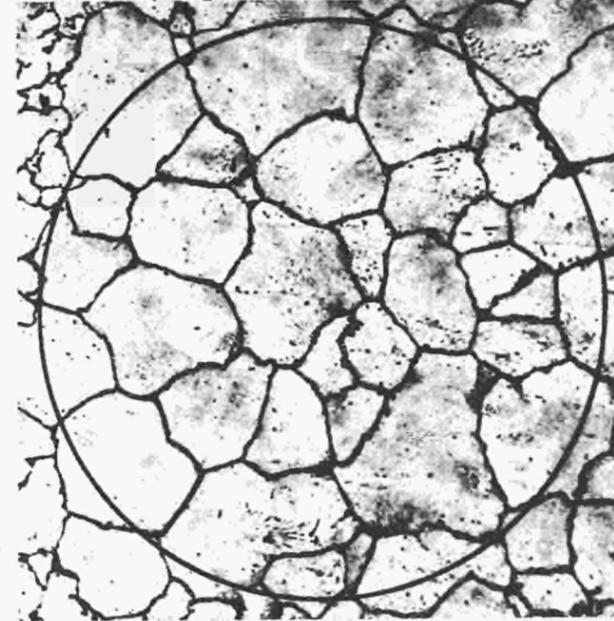
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	— 3	— 1	<b>1</b>	3	5	7
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. II



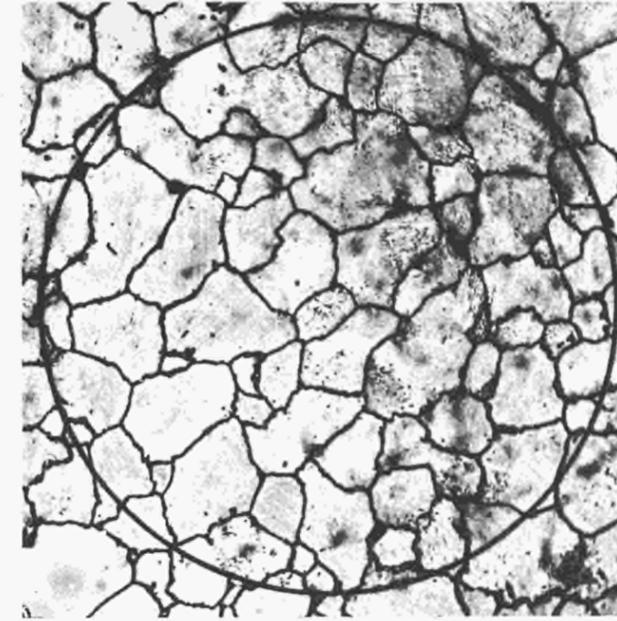
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	— 2	0	<b>2</b>	4	6	8
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. III



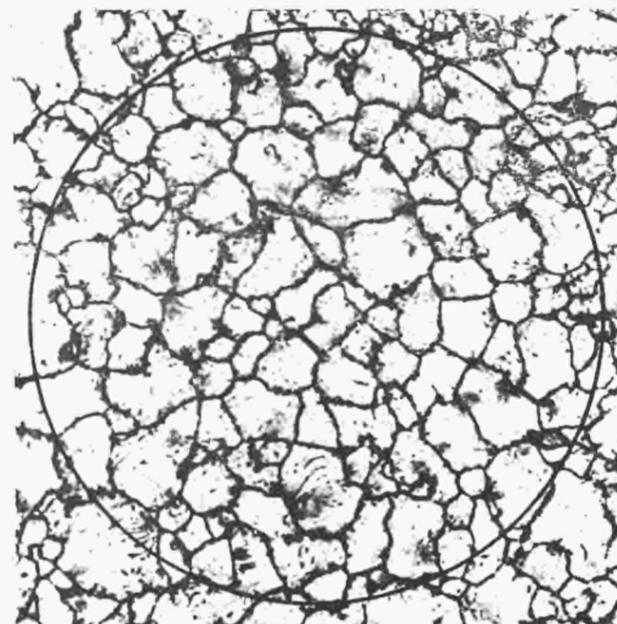
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	— 1	1	<b>3</b>	5	7	9
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. IV



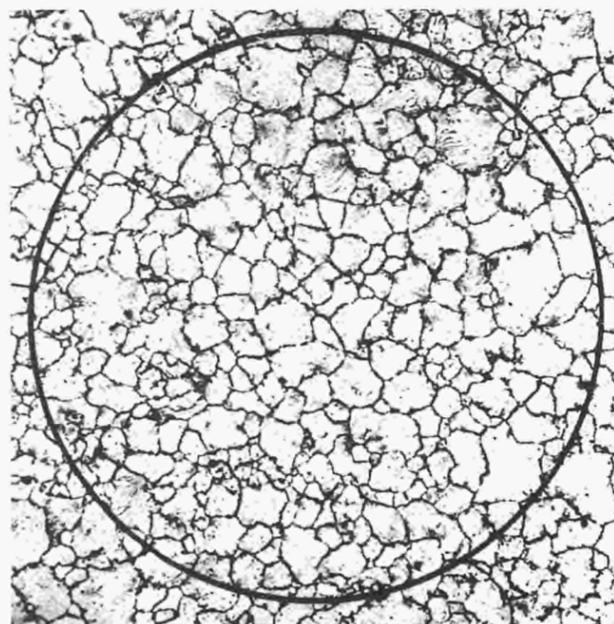
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	0	2	<b>4</b>	6	8	10
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. V



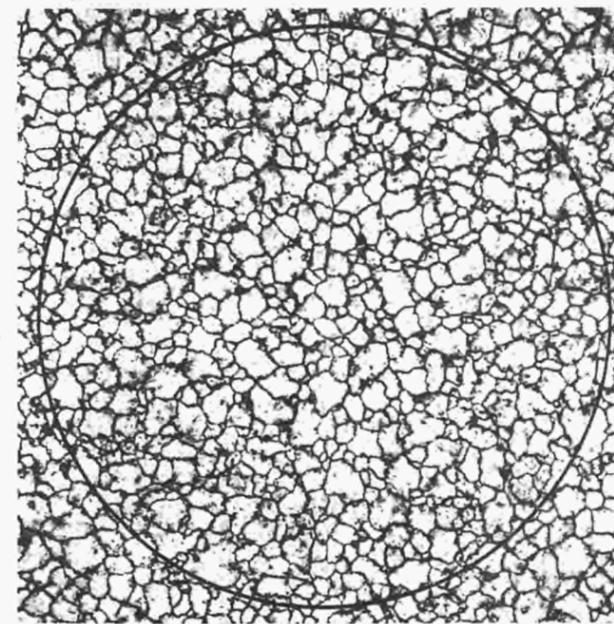
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	1	3	<b>5</b>	7	9	11
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VI



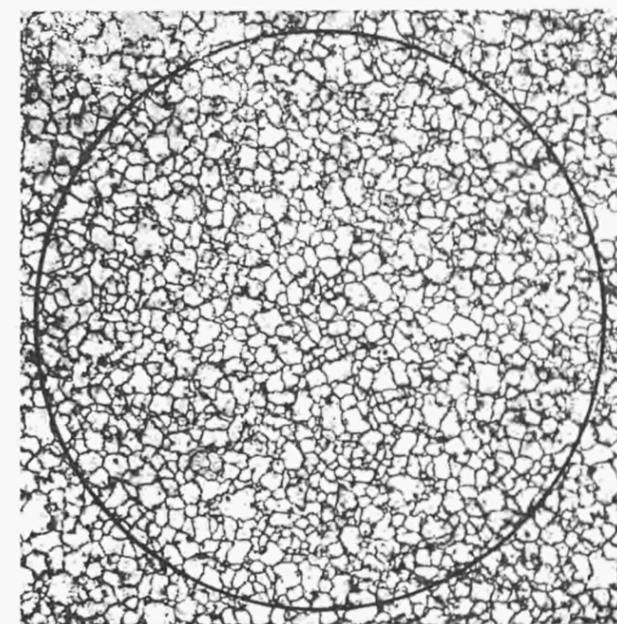
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	2	4	<b>6</b>	8	10	12
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VII



Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	3	5	<b>7</b>	9	11	13
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VIII



Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	4	6	<b>8</b>	10	12	14
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

ANMERKUNG Bei 100-facher Vergrößerung entspricht die Korngrößen-Kennzahl G ihrem Beitrage nach der Zahlenkennzeichnung des jeweiligen Bildes der Gefügebildreihe.

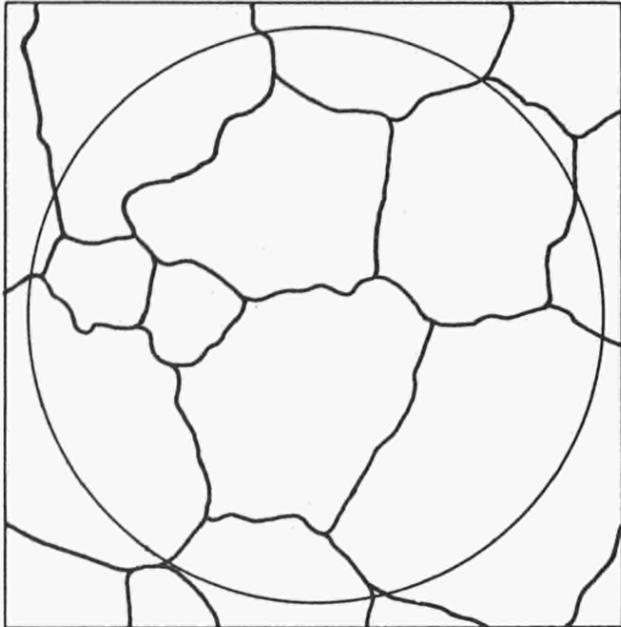
Bei einer anderen Vergrößerung als 100-fach weichen Korngrößen-Kennzahl und Zahlenkennzeichnung des Bildes der Gefügebildreihe voneinander ab. Die unterhalb jedes einzelnen Bildes der Gefügebildreihe angeordnete Tafel gibt die Zusammengehörigkeit zwischen der Korngrößen-Kennzahl und den hauptsächlich in Betracht kommenden Vergrößerungen an.



ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE – GEFÜGE BILDREIHEN

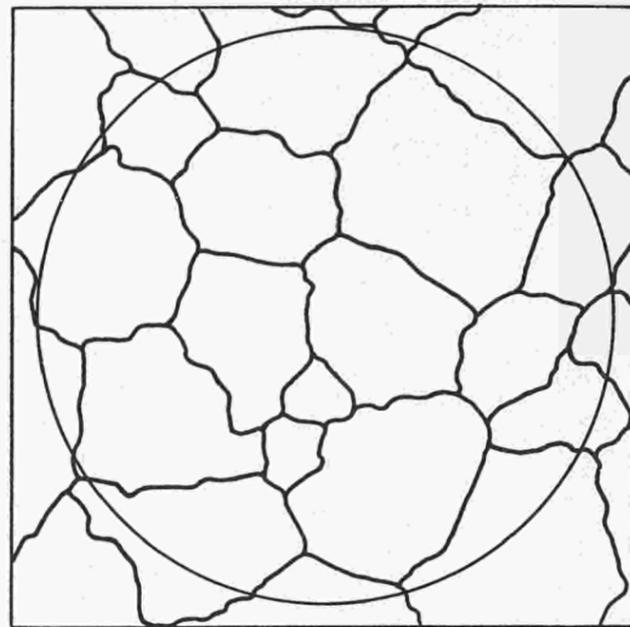
(Bildtafel B)

Gefügebild Nr. I



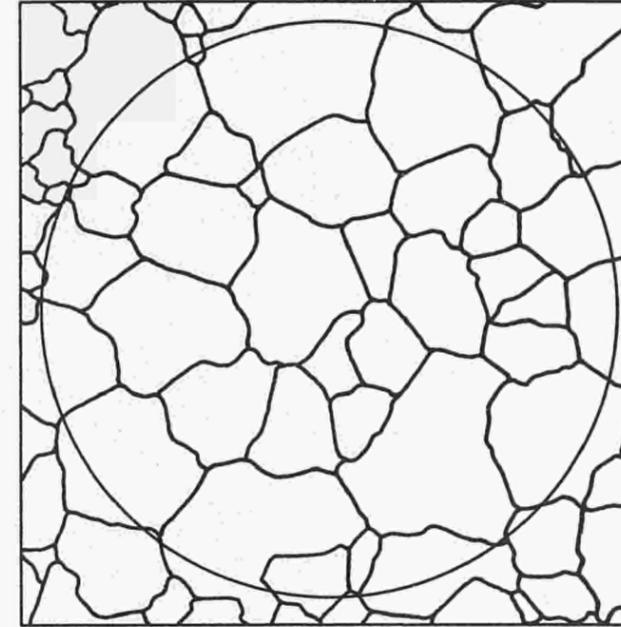
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 3	- 1	<b>1</b>	3	5	7
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. II



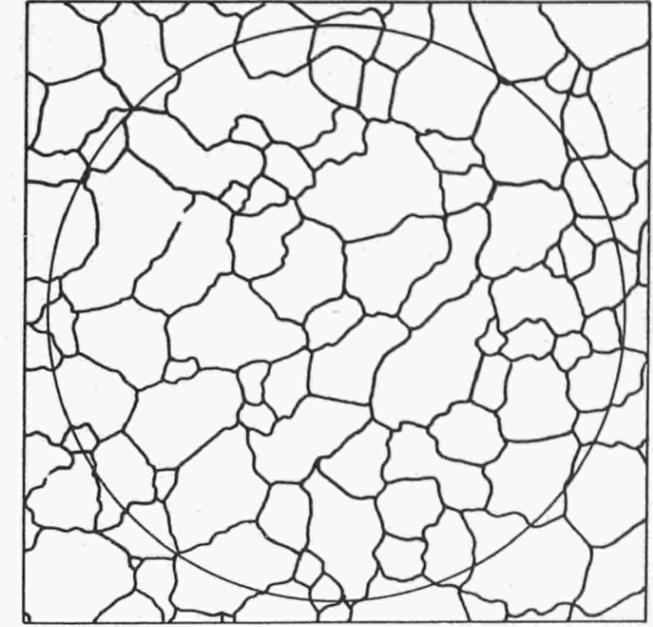
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 2	0	<b>2</b>	4	6	8
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. III



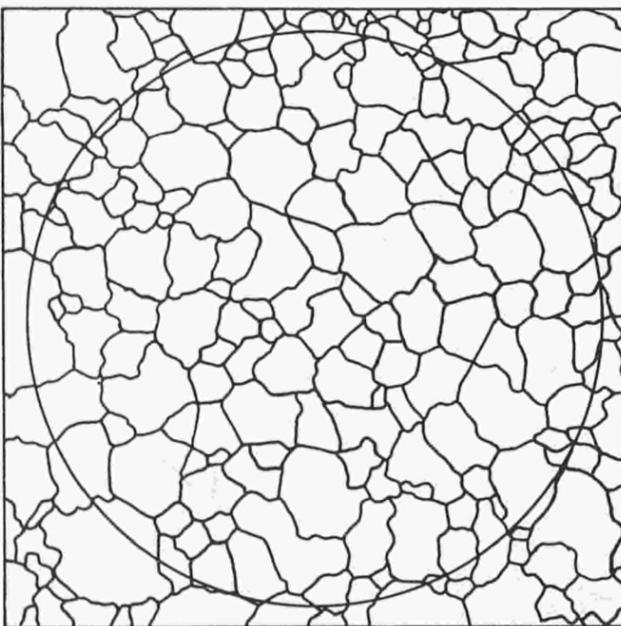
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 1	1	<b>3</b>	5	7	9
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. IV



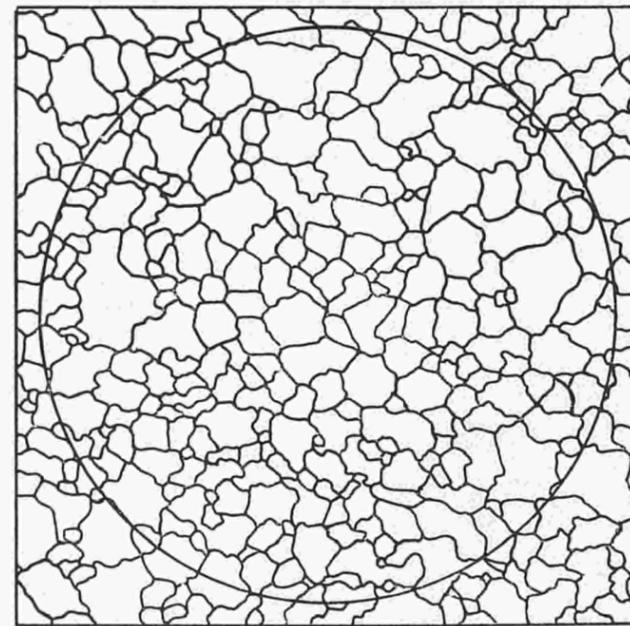
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	0	2	<b>4</b>	6	8	10
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. V



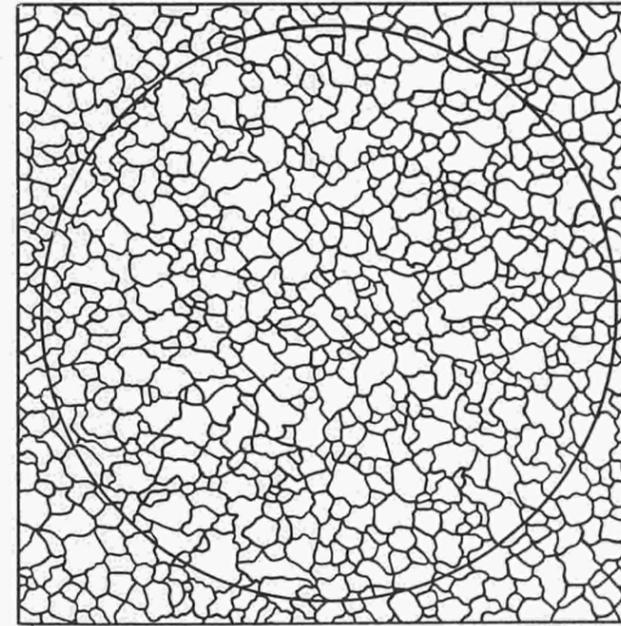
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	1	3	<b>5</b>	7	9	11
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VI



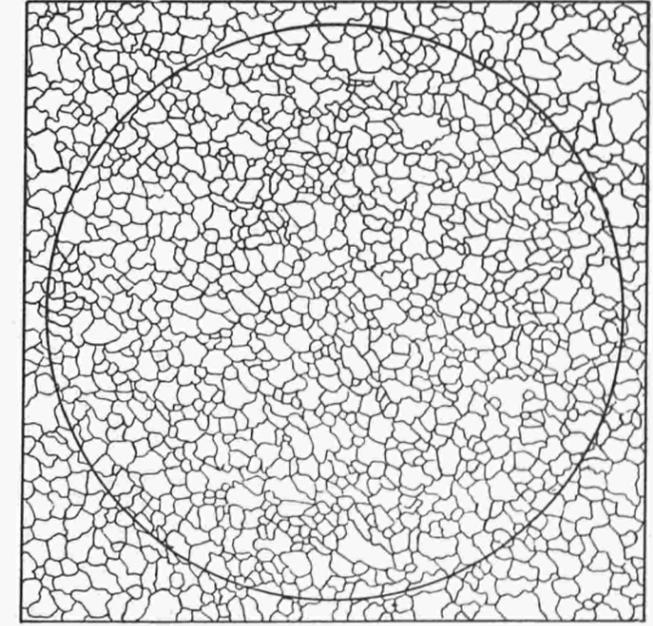
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	2	4	<b>6</b>	8	10	12
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VII



Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	3	5	<b>7</b>	9	11	13
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VIII



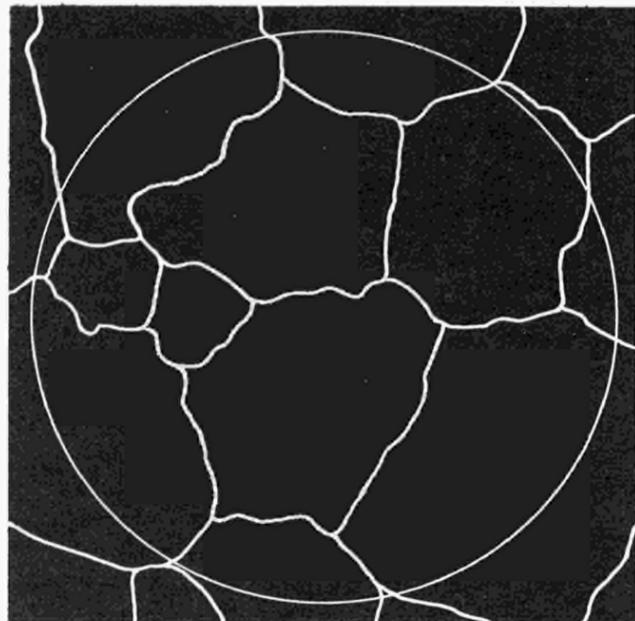
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	4	6	<b>8</b>	10	12	14
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

ANMERKUNG Bei 100-facher Vergrößerung entspricht die Korngrößen-Kennzahl G ihrem Beitrage nach der Zahlenkennzeichnung des jeweiligen Bildes der Gefügebildreihe.

Bei einer anderen Vergrößerung als 100-fach weichen Korngrößen-Kennzahl und Zahlenkennzeichnung des Bildes der Gefügebildreihe voneinander ab. Die unterhalb jedes einzelnen Bildes der Gefügebildreihe angeordnete Tafel gibt die Zusammengehörigkeit zwischen der Korngrößen-Kennzahl und den hauptsächlich in Betracht kommenden Vergrößerungen an.

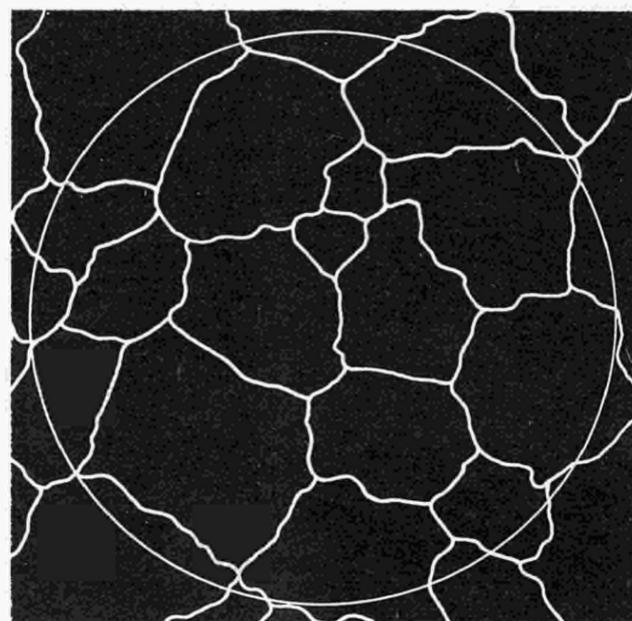


Gefügebild Nr. I



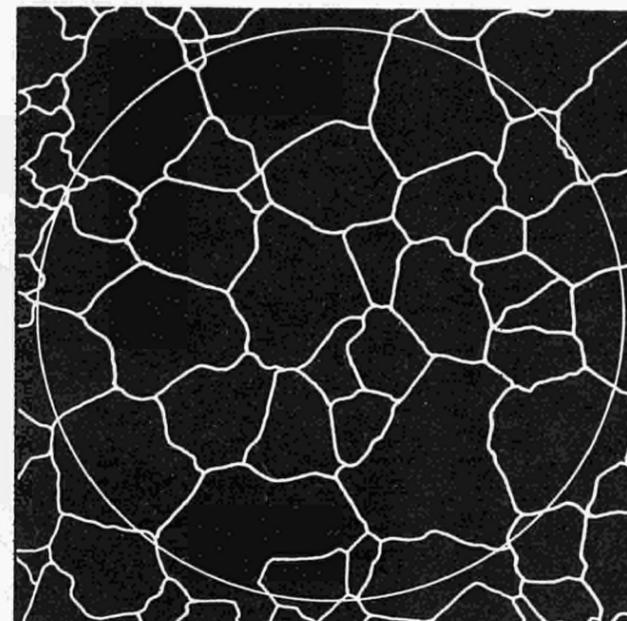
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 3	- 1	<b>1</b>	3	5	7
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. II



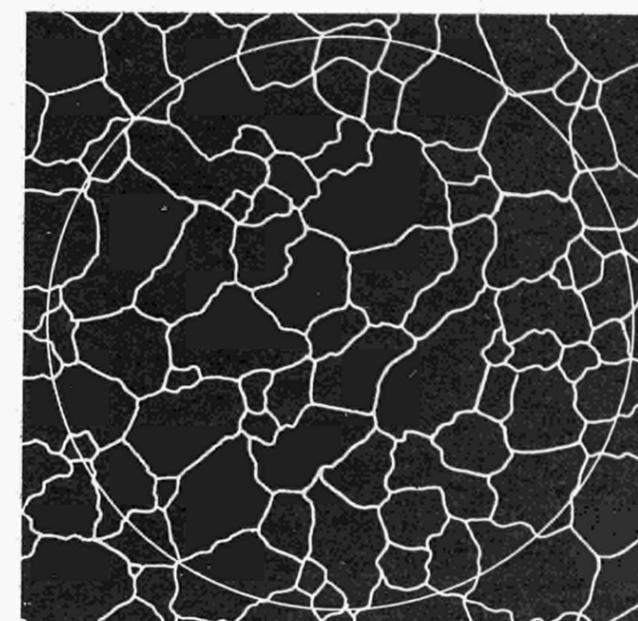
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 2	0	<b>2</b>	4	6	8
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. III



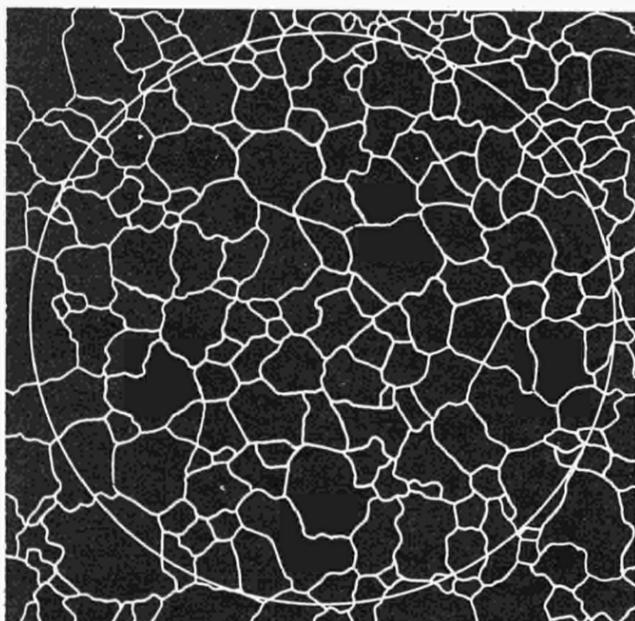
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 1	1	<b>3</b>	5	7	9
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. IV



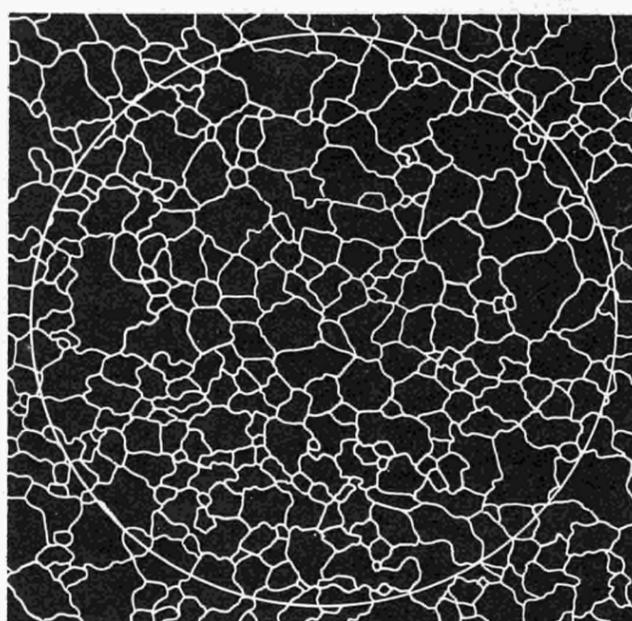
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	0	2	<b>4</b>	6	8	10
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. V



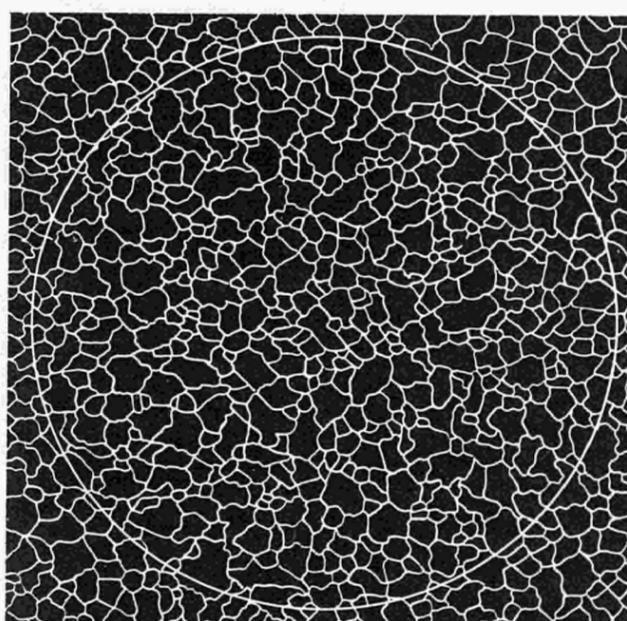
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	1	3	<b>5</b>	7	9	11
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VI



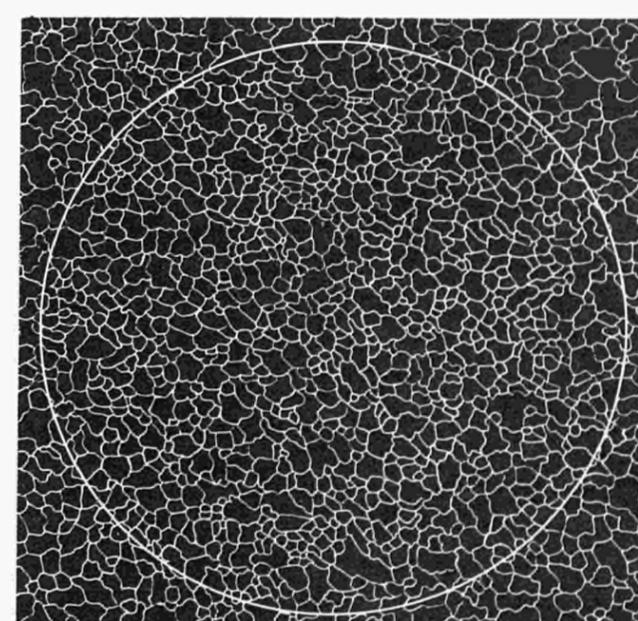
Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	2	4	<b>6</b>	8	10	12
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VII



Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	3	5	<b>7</b>	9	11	13
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VIII



Korngößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	4	6	<b>8</b>	10	12	14
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

ANMERKUNG Bei 100-facher Vergrößerung entspricht die Korngößen-Kennzahl G ihrem Beitrage nach der Zahlenkennzeichnung des jeweiligen Bildes der Gefügebildreihe.

Bei einer anderen Vergrößerung als 100-fach weichen Korngößen-Kennzahl und Zahlenkennzeichnung des Bildes der Gefügebildreihe voneinander ab. Die unterhalb jedes einzelnen Bildes der Gefügebildreihe angeordnete Tafel gibt die Zusammengehörigkeit zwischen der Korngößen-Kennzahl und den hauptsächlich in Betracht kommenden Vergrößerungen an.

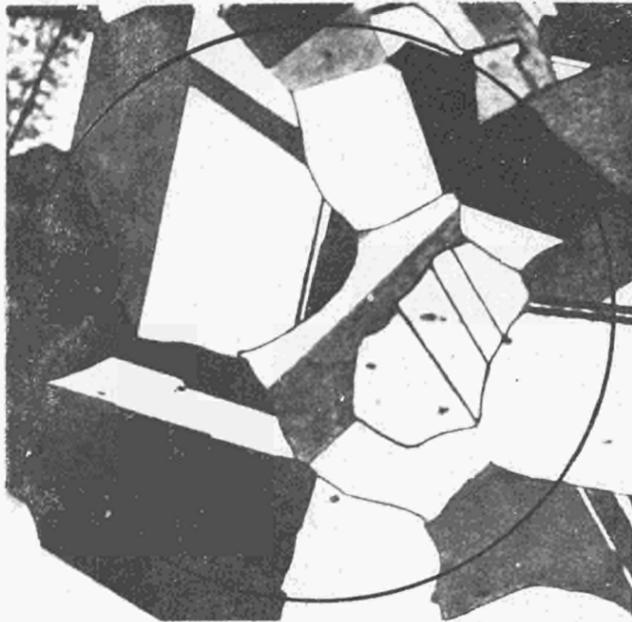


ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE – GEFÜGE BILDREIHEN

(Bildtafel D)  
KÖRNER MIT UNTERSTRUKTUR

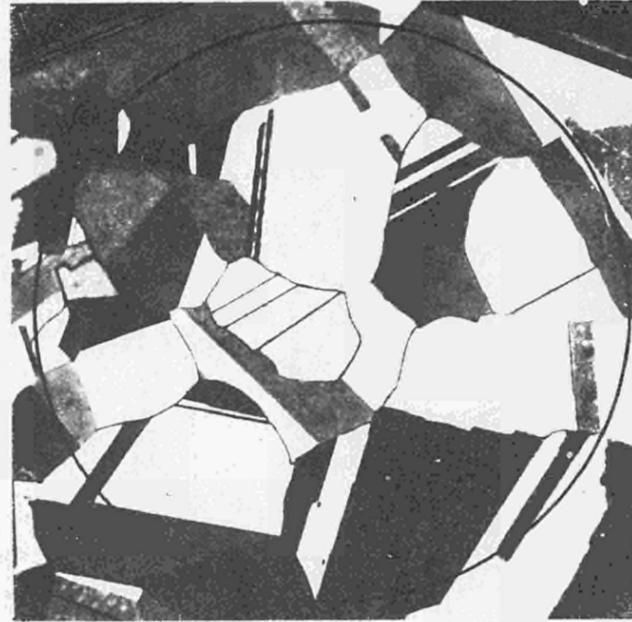
Anlage zu  
EURONORM  
103 – 71

Gefügebild Nr. I



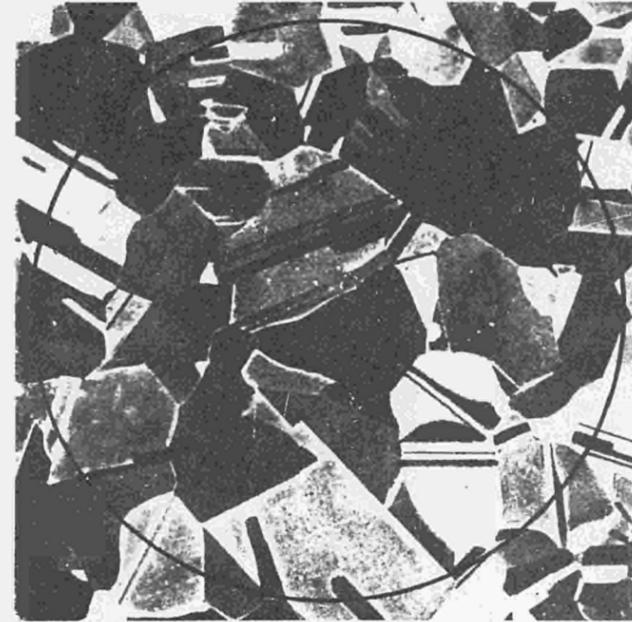
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 3	- 1	<b>1</b>	3	5	7
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. II



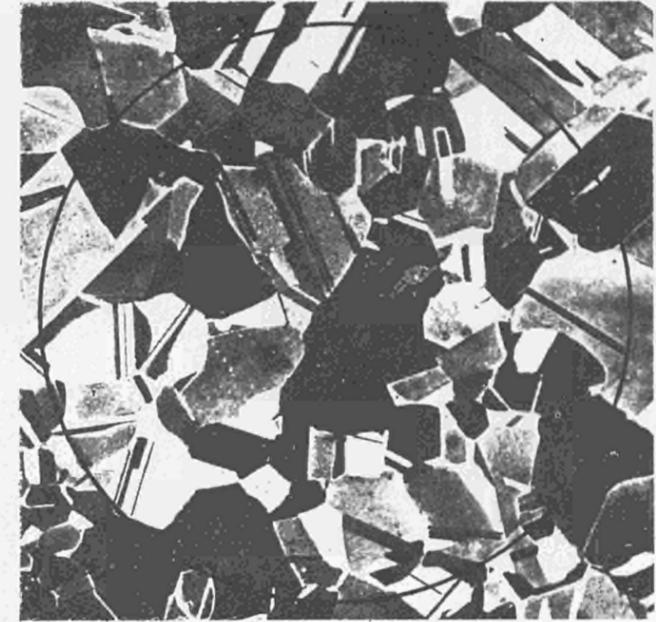
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 2	0	<b>2</b>	4	6	8
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. III



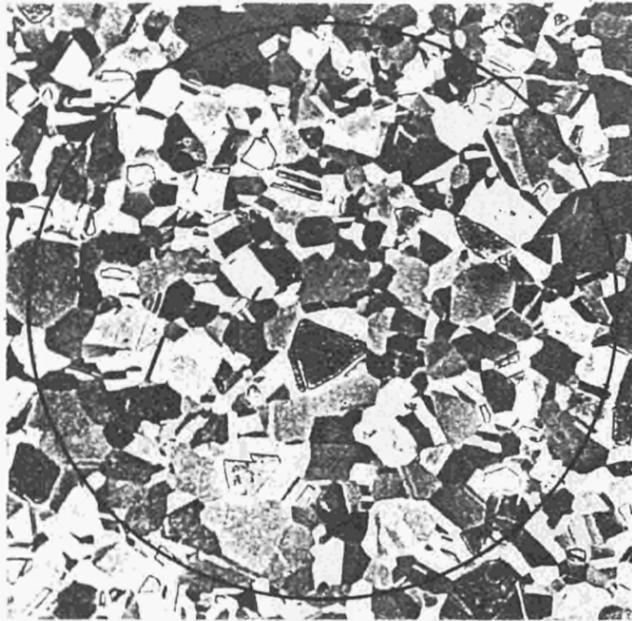
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	- 1	1	<b>3</b>	5	7	9
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. IV



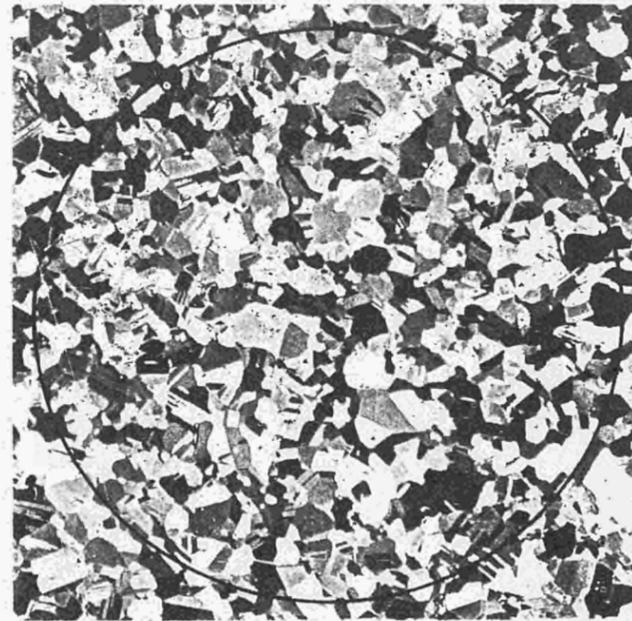
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	0	2	<b>4</b>	6	8	10
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. V



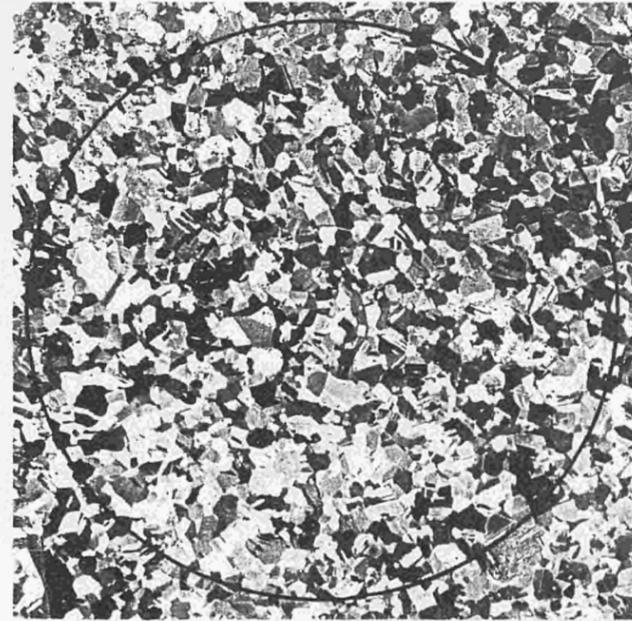
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	1	3	<b>5</b>	7	9	11
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VI



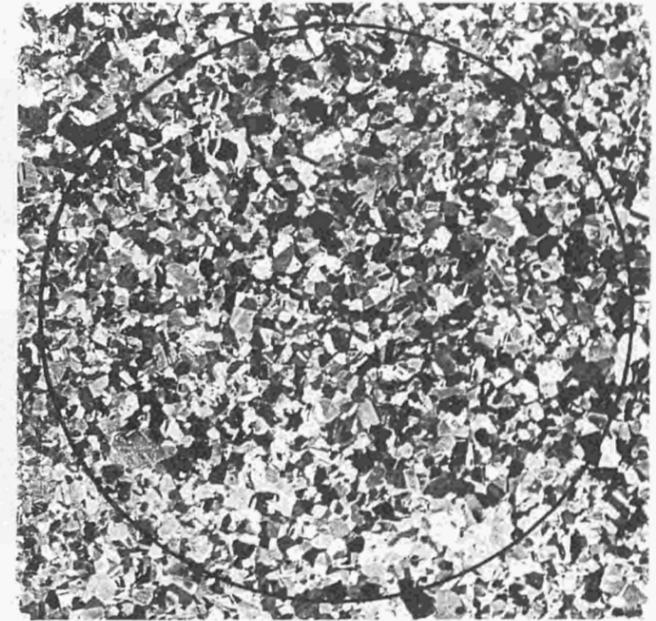
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	2	4	<b>6</b>	8	10	12
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VII



Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	3	5	<b>7</b>	9	11	13
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

Gefügebild Nr. VIII



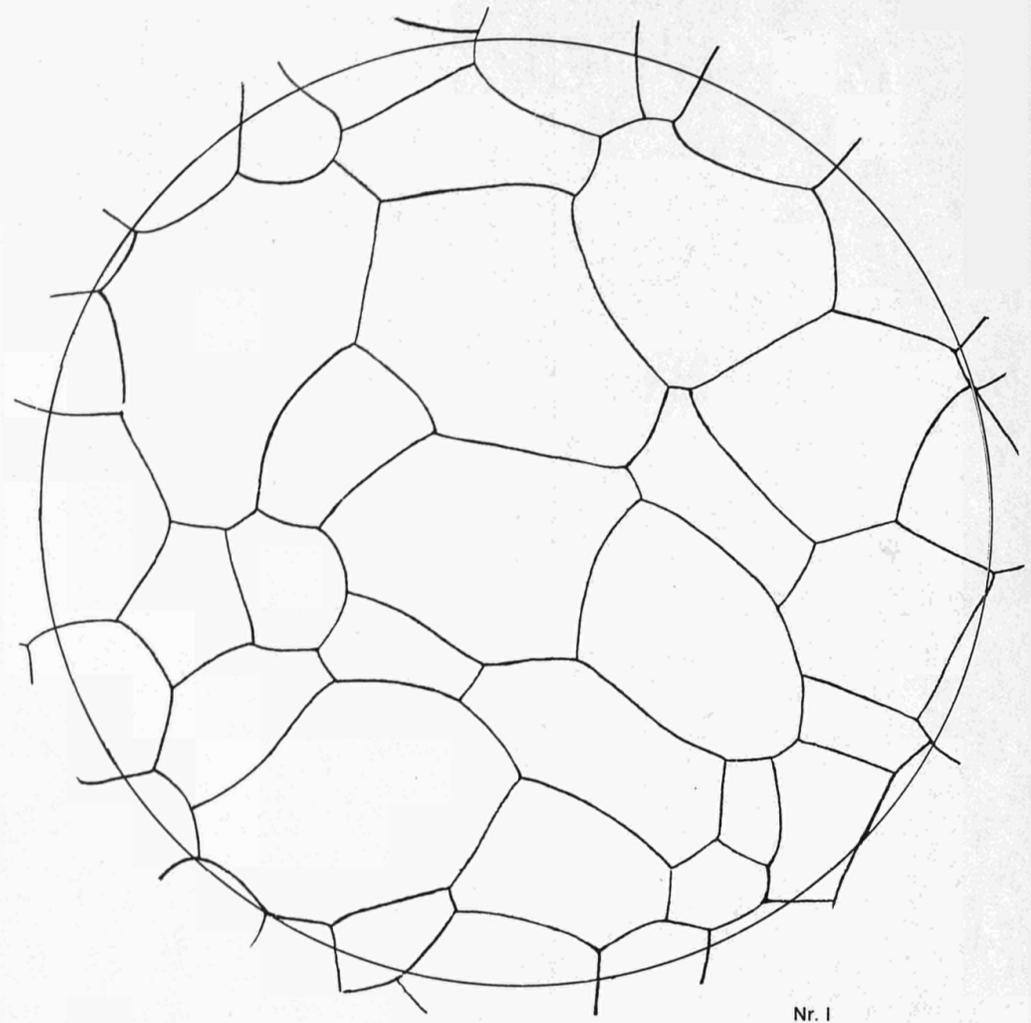
Korngrößen-Kennzahl bei einer Vergrößerung von	4	6	<b>8</b>	10	12	14
	25	50	<b>100</b>	200	400	800

ANMERKUNG Bei 100-facher Vergrößerung entspricht die Korngrößen-Kennzahl G ihrem Beitrage nach der Zahlenkennzeichnung des jeweiligen Bildes der Gefügebildreihe.

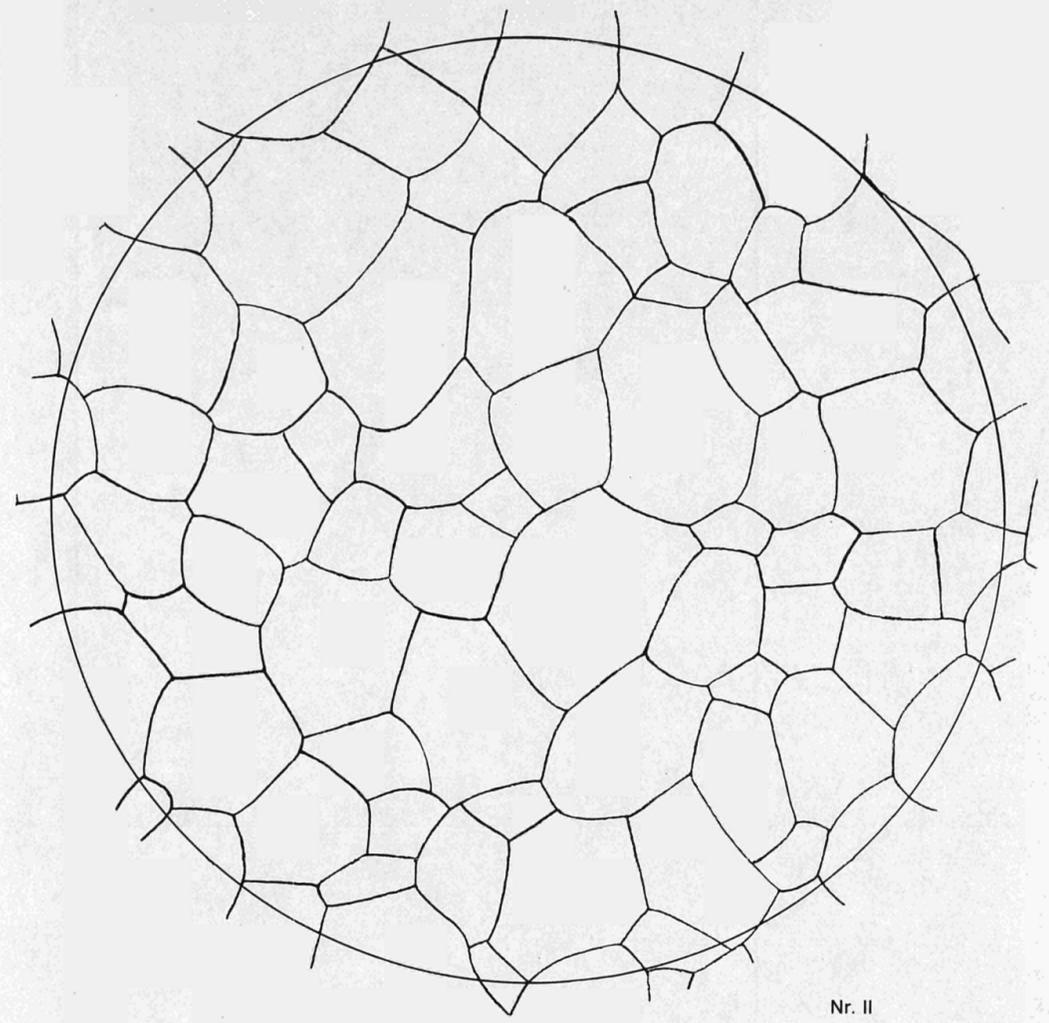
Bei einer anderen Vergrößerung als 100-fach weichen Korngrößen-Kennzahl und Zahlenkennzeichnung des Bildes der Gefügebildreihe voneinander ab. Die unterhalb jedes einzelnen Bildes der Gefügebildreihe angeordnete Tafel gibt die Zusammengehörigkeit zwischen der Korngrößen-Kennzahl und den hauptsächlich in Betracht kommenden Vergrößerungen an.



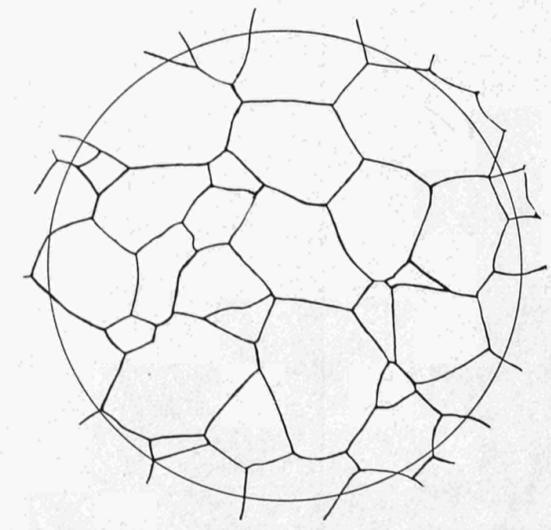
Eisen- und Stahlerzeugnisse  
ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE  
GEFÜGEBILDREIHEN (BILDTAFEL E)  
Körner ohne Unterstruktur  
100 x



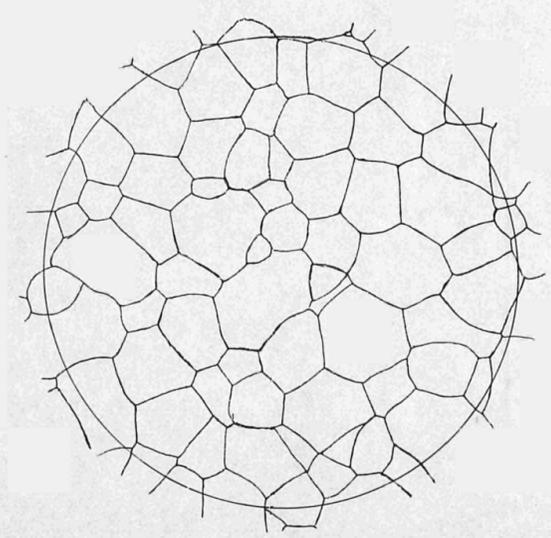
Nr. I



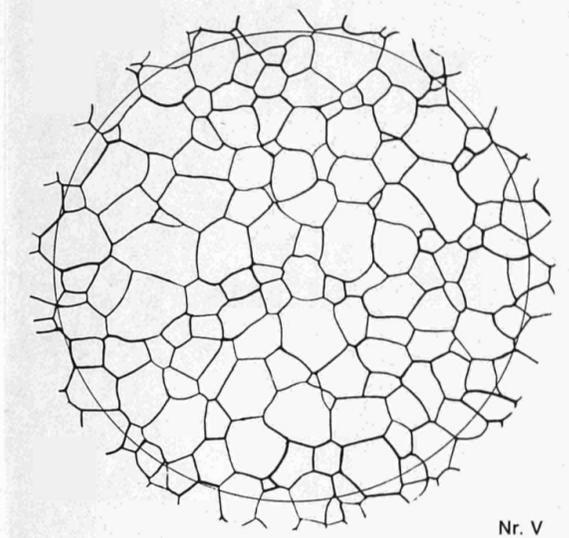
Nr. II



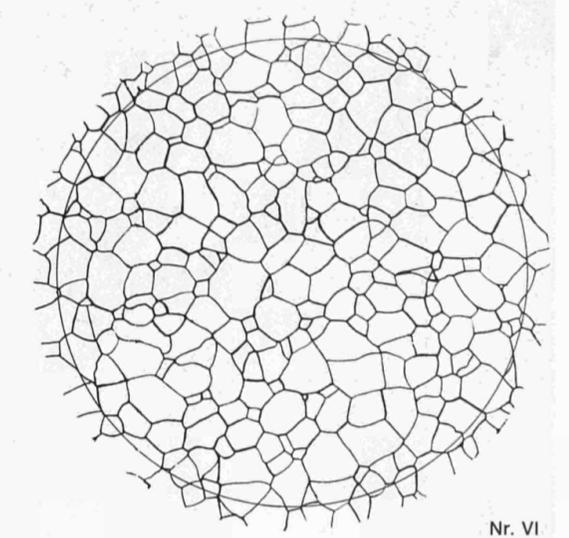
Nr. III



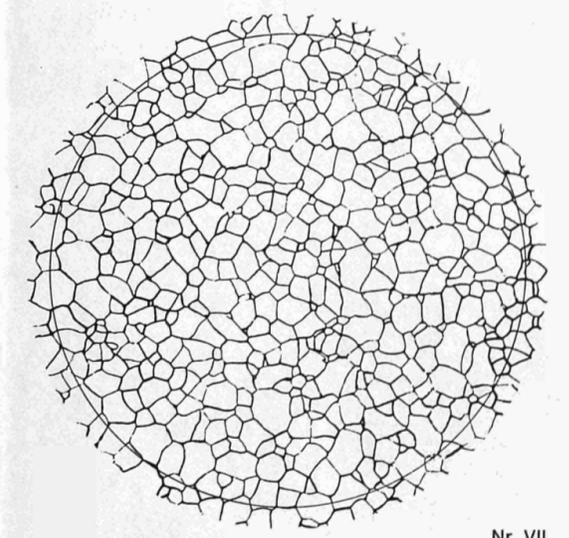
Nr. IV



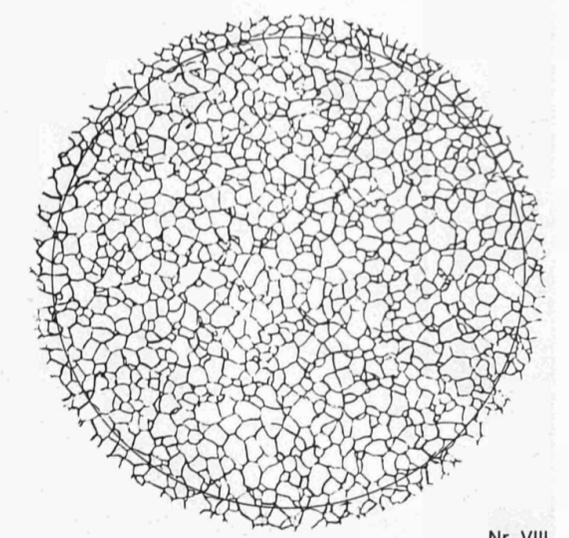
Nr. V



Nr. VI



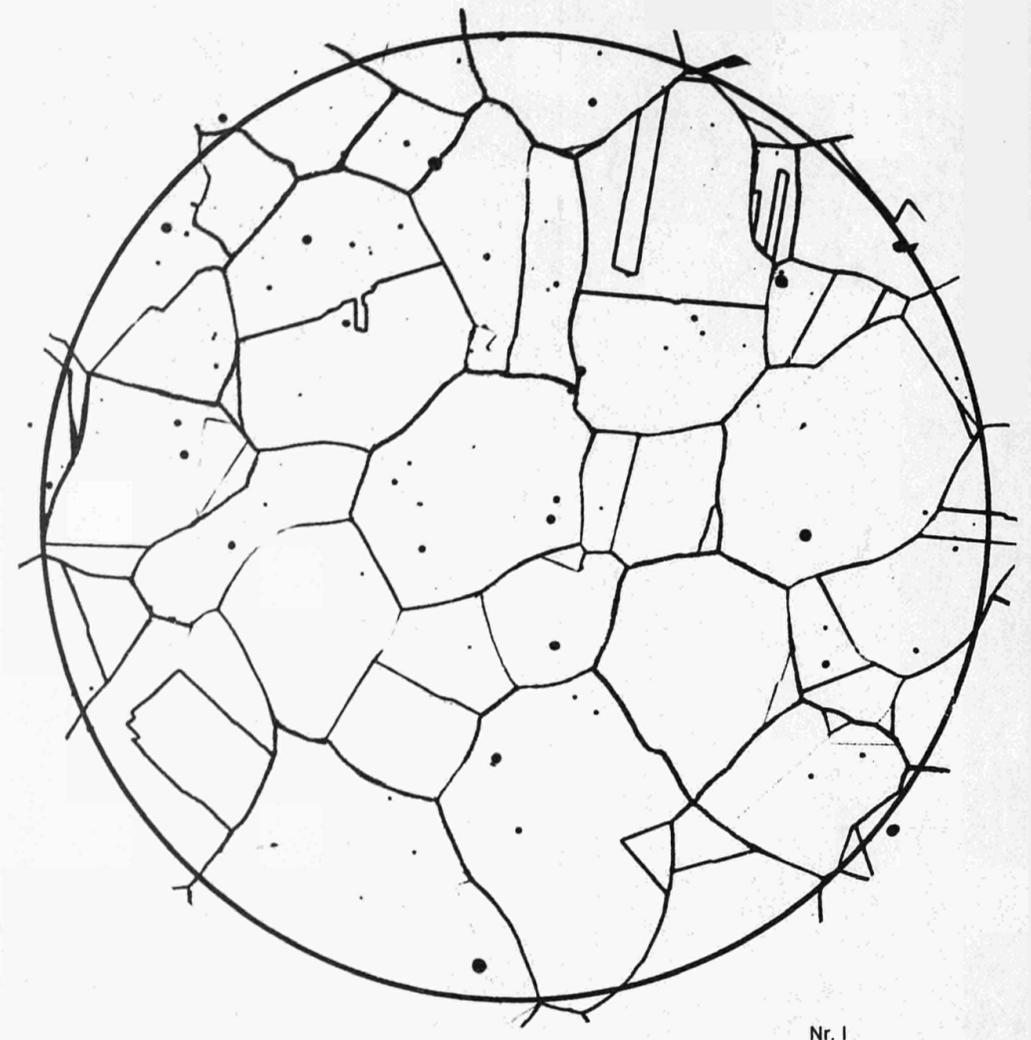
Nr. VII



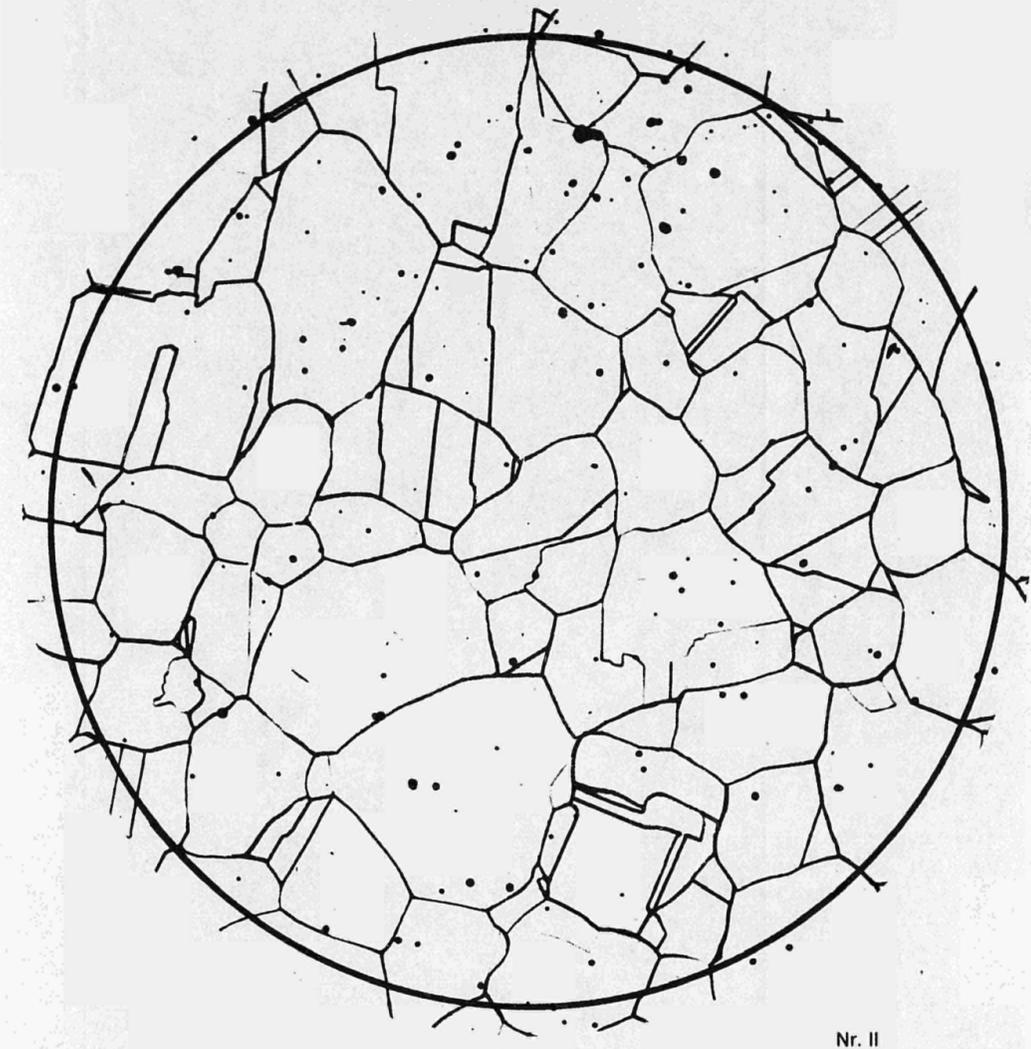
Nr. VIII



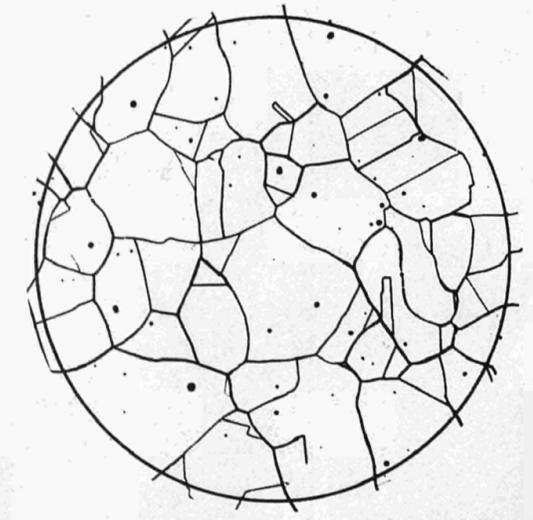
Eisen- und Stahlerzeugnisse  
ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE  
GEFÜGEBILDREIHEN (BILDTAFEL F)  
Körner mit Unterstruktur  
100 x



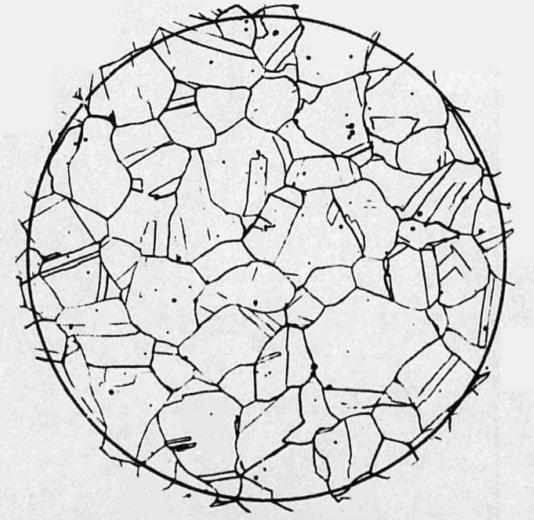
Nr. I



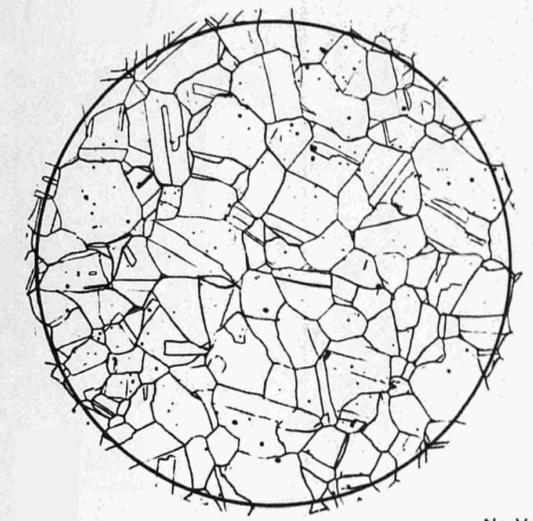
Nr. II



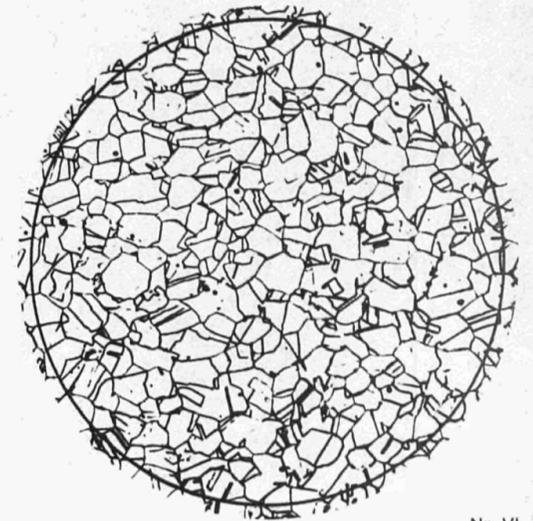
Nr. III



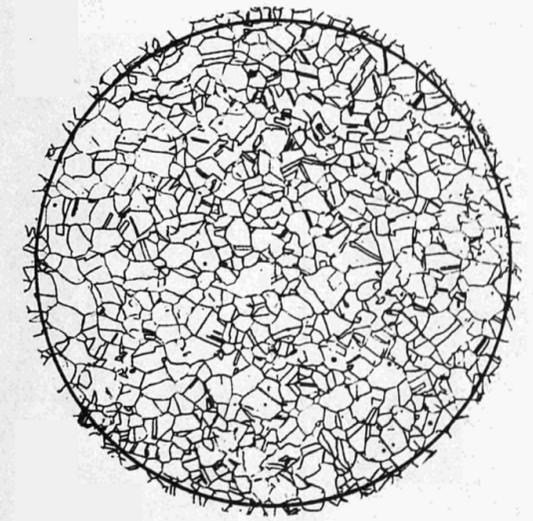
Nr. IV



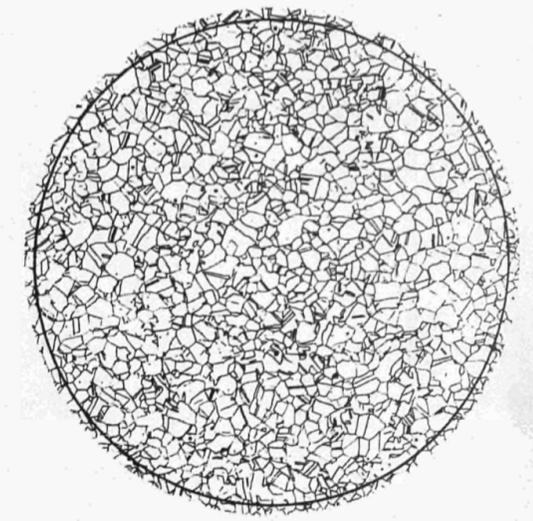
Nr. V



Nr. VI



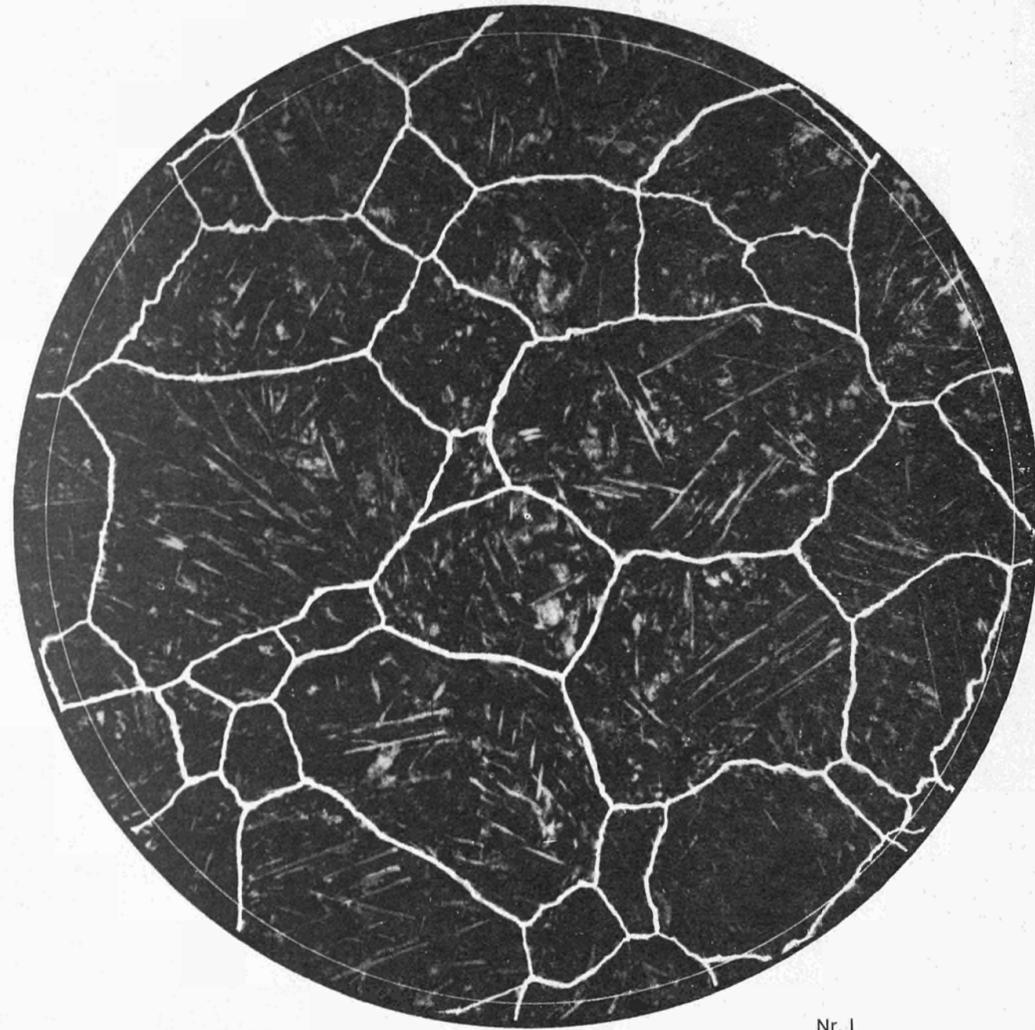
Nr. VII



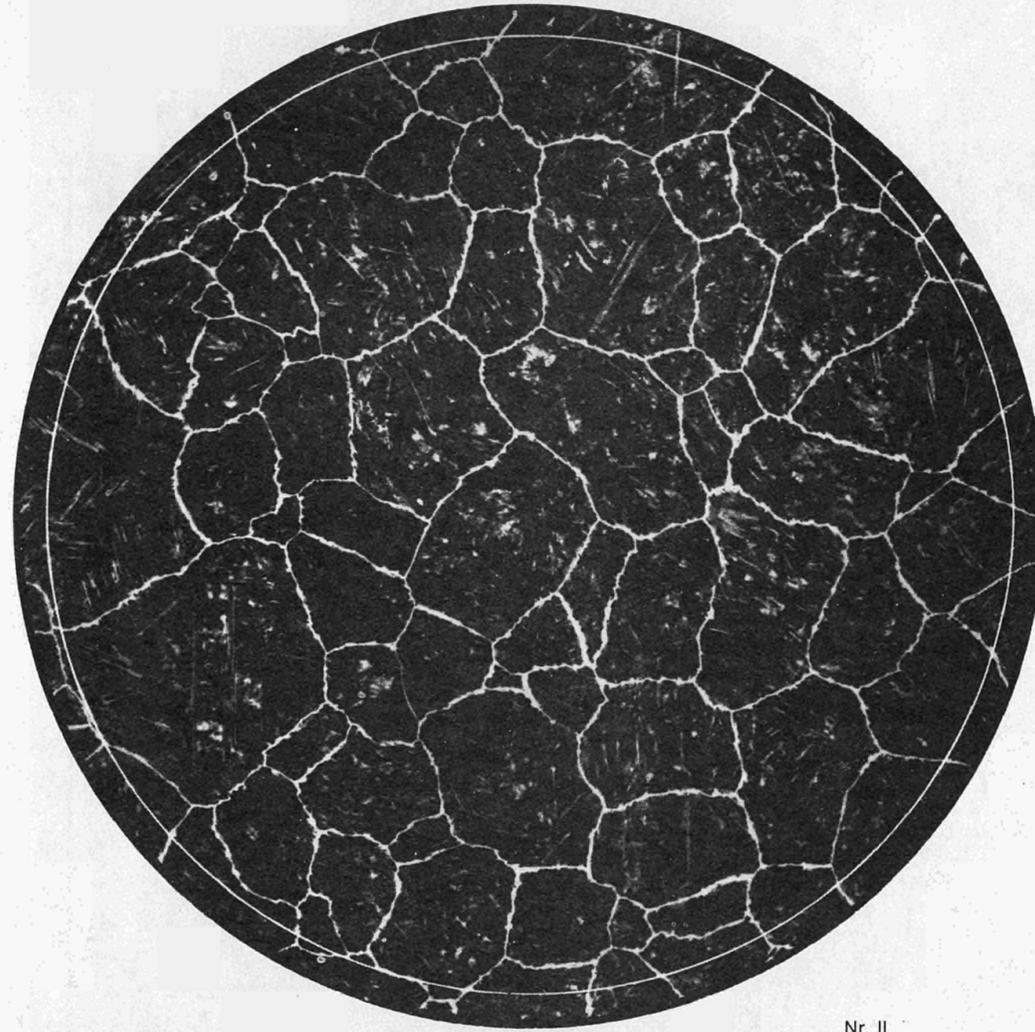
Nr. VIII



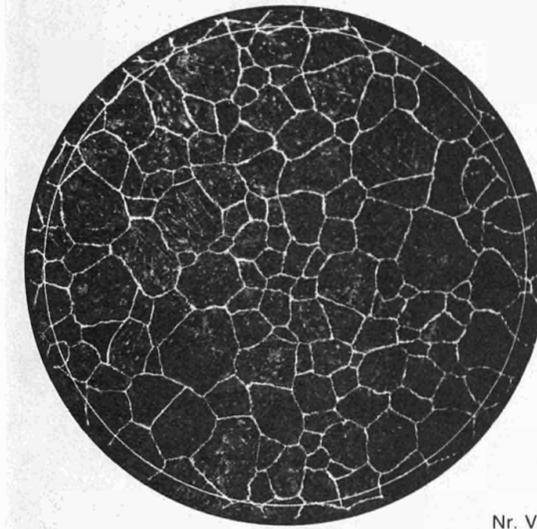
Eisen- und Stahlerzeugnisse  
ERMITTLUNG DER KORNGRÖSSE  
GEFÜGEBILDREIHEN (BILDТАFEL G)  
Austenitische Körner (Mc Quaid Ehn)  
100 x



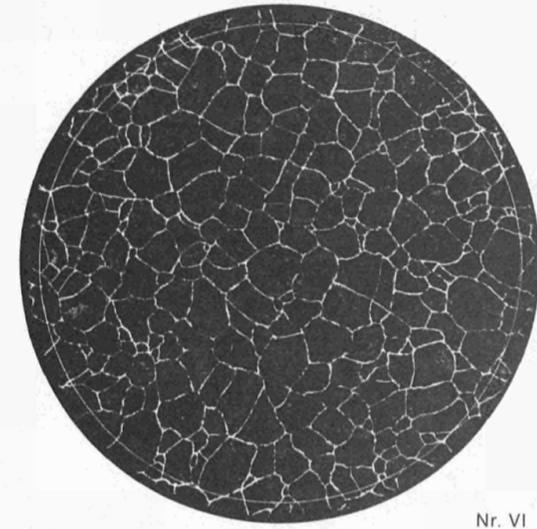
Nr. I



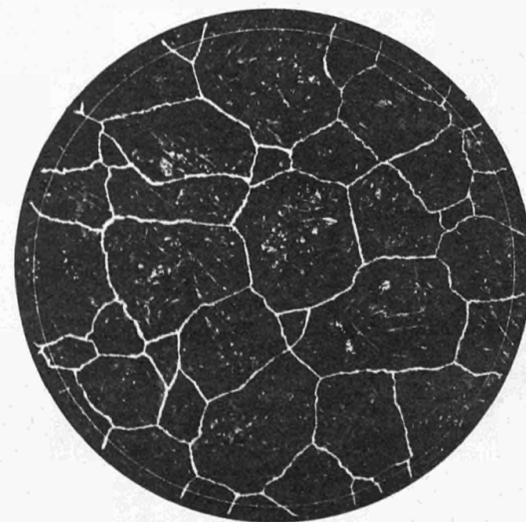
Nr. II



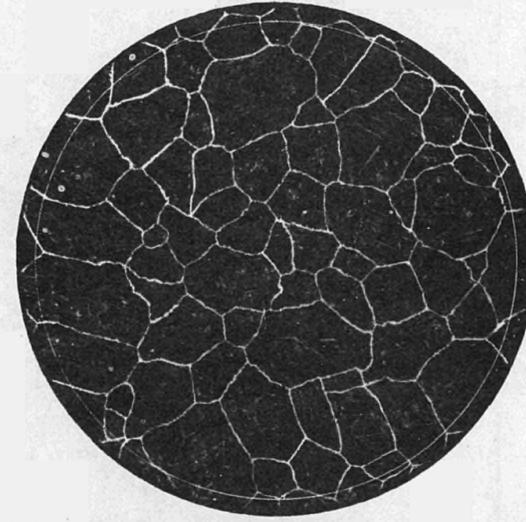
Nr. V



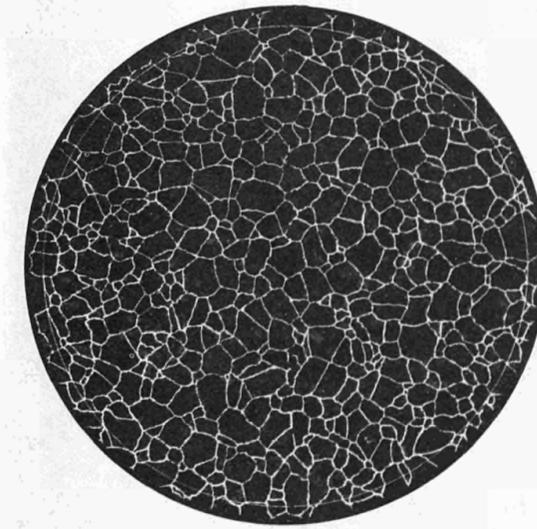
Nr. VI



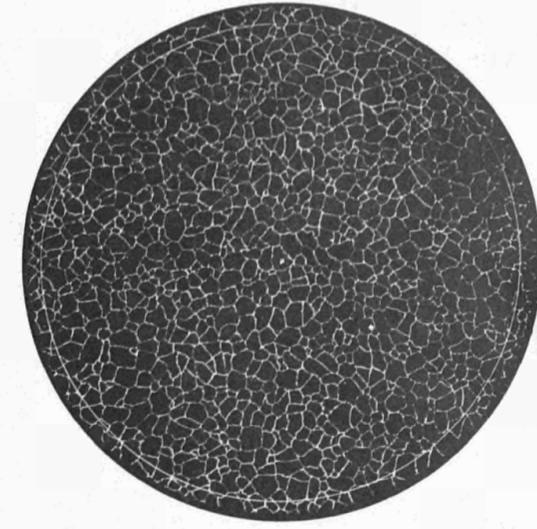
Nr. III



Nr. IV



Nr. VII



Nr. VIII



