

# Metallographische Untersuchung über die Nähnadeln

von

**Denzo Uno.**

(Eingegangen bei der Redaction am 4. August 1923)

Obwohl die Fabrikation der Nähnadeln bei uns schon lange Zeit in Tätigkeit gewesen ist, sind die Erzeugnisse leider doch noch gar nicht tadellos. In einem mit 25 Stück gefüllten Päckchen im Handel sehen wir sehr oft, dass nur einige von guter Beschaffenheit sind, während die anderen entweder spröde sind oder sich biegen oder auch rostig sind.

Entsprechend den Verschiedenheiten der Eigenschaften bemerken wir auch Unterschiede im Feingefüge. Ein vortreffliches Exemplar zeigt eine feine Troosto-martensitische Struktur, wie in Fig. 1, Pl. I. Nicht selten treffen wir aber Exemplare mit Schlackeneinschlusse, wie in Fig. 2, Pl. I, oder mit einem Risse, wie in Fig. 3, Pl. I. Solche Stücke müssen natürliche spröde sein. Auch gibt es wieder andere, die fast nur aus weichem Eisen, wie in Fig. 4, Pl. I, bestehen; diese werden biegsam sein. Zuweilen findet man auch solche mit ungleichmässig zementierter Struktur, wie in Fig. 5, Pl. I; diese werden rostig und spröde sein.

Um die Ursache, woher solch eine Heterogenität der Waren stammt, zu erfahren, werden wir kurz im Folgenden der bei uns herrschende Arbeitsmethode nachspüren.

## I. DIE HERRSCHENDE METHODE ZUR HERSTELLUNG DER NÄHNADLN.

Unsere Fabrikanten führen die Zementierung selbst aus, und so sind die Rohmaterialien Eisendrähte mit niedrigen Kohlenstoffgehalte,

wie die folgende Analyse zeigt :—

TABELLE I.

C	Mn	S	P	Si	Cu
0,07—0,08	0,60—0,65	0,05—0,07	0,01—0,02	0,03—0,04	0—0,17

Nach dem Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure, um den Rost wegzunehmen, werden die Drähte wassergewaschen und dann mit Kalkwasser gekocht. Nunmehr werden die Drähte durch die Würfel zu einem gewünschten Durchmesser gezogen, zu einer doppelten Nadel-länge geschnitten, nach dem Anlassen gerade gemacht, an den Enden gespitzt, in der Mitte mit zwei neben einander liegenden Löchern versehen, in der Mitte ent zwei geschnitten, und schliesslich jede Hälfte zur Nadelform gebildet. Zwei hundert Stück derselben werden dann aufrecht in einem Tiegel mit Holzkohle zusammen beladen und dann nach mehr-stündigem Ausglühen werden ins Öl abgeschreckt. Sie werden wiederum bei geeigneten Temperaturen angelassen und schliesslich mit einem Gemisch von Öl und Schmirgel zwischen zwei rotierenden Schleifsteinen gut poliert. Sie werden darauf zum Markt in Päckchen, die 25 Stück enthalten, abgeschickt.

Jeder Teil dieser Herstellungsweise muss natürlich unter der wissenschaftlichen Aufsicht geleistet ; sonst ist es unvermeidlich, dass die Erzeugnisse nicht immer ganz gleichmässig sein werden. Um die Arbeit gut zu kontrollieren, muss man aber die Arbeitsbedingungen im voraus genau wissen. Bei unseren Fabriken fehlt aber diese Vorsicht.

## II. BESCHAFFENHEIT DER GUTEN NÄHNADLN.

Zwecks der Bestimmung der nötigen Beschaffenheit der Näh-nadeln stellten wir zunächst Härte, Tragkraft und Zusammensetzung zusammen mit ihrer Mikrostruktur fest.

Die Messung der Härte wurde durch das Skreloskop Shores vorgenommen. Bei der Messung begegnet man aber grossen Schwierigkeiten wegen der Winzigkeit der Proben, deren Durchmesser nahe der Spitze, wo die Messung stattfinden muss, überhaupt nur unter 0.5 mm. ist. Daher wurde die Messung immer auf derselben Stütze, deren Härte 100 war, mit grosser Vorsicht ausgeführt; trotzdem kann man die Resultate kaum für sehr genau halten.

Zur Bestimmung der Tragkraft musste man bei jeder Nadel in der Mitte den Teil mit fast gleichem Durchmesser abschneiden.

Jedes in der Länge so verkürzte Stück wurde dann an beiden Enden gestützt wie in Fig. 1, und durch zunehmendes Gewicht in der Mitte bis zum Brechen gezogen. Die Ablesungen wurden dann auf die Werte bei dem Fall, wo die Stücke mit einem und demselben Durchmesser und der gleichen Länge nur an einem Ende fixiert sind, umgerechnet. Die Resultate sind wie folgt:—

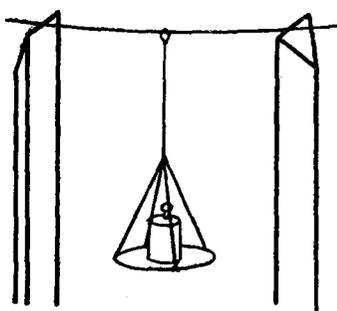


Fig. 1.

TABELLE. II.

Chem. u. phys. Eigenschaften der guten nicht biegsamen Erzeugnisse.

Exem- plar	Zusammensetzung						Härte an der Spitze	Tragkraft Radius=0.38mm. Länge=60mm. in gr.	Mikro- struktur
	C %	Mn %	S %	P %	Si %	Cu %			
I	1.00	0.60	} 0.07	} 0.01	} 0.03	—	70	254	} Troost- martensitisch
II	0.93	0.60				—	65	178	
III	0.73	0.62				—	62	253	
IV	0.85	0.55				—	65	252	
V	0.89	0.58				—	82	115	
VI	0.75	0.65				0.12	73	198	
VII	0.83	0.70				—	67	125	
VIII	1.10	0.58				0.07	76	125	

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist die Beschaffenheit der guten nicht biegsamen Erzeugnisse ziemlich stark verschieden, so dass der

Kohlenstoffgehalt von 0.73% bis zu 1.1%, die Härte von 62 bis zu 82 und die Tragkraft von 115 gr. bis zu 200 gr. abweicht. So kann man sicher dadurch einen Fortschritt erzielen, dass man die Nähnadeln immer mit einer Härte von über 70 und einer Tragkraft von über 300 gr. (aber nicht biegsam) herstellt. Die beste Zusammensetzung lässt sich dann durch die Erfahrungen gewinnen, wo die obigen Beschränkungen am bequemsten erfüllt werden können.

### III. PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN DER ZEMENTIERTEN MATERIALIEN NACH KOHLENSTOFFGEHALT, ABSCHRECK- UND ANLASSTEMPERATUREN, EBENSO WIE ABSCHRECKMITTEL.

Die Proben mit 0.7--1.0% C wurden aus Drähten aus weichem Eisen durch Zementierung hergestellt. So bald wie die Eisenstücke zu erwünschtem Kohlenstoffgehalte zementiert waren, wurden sie ins Wasser gestürzt. Die Abschreckwirkung ist dabei nicht stark genug, weil das um die Drähte geklebte Zement ihre gleichmässige Erkaltung verhindert; so wurden die wohl-gewaschenen Abschreckmaterialien unter einer Decke von Holzkohlestückchen schnell wieder bis auf 850° erhitzt und nach dem Erkalten bis auf 780° wieder ins Wasser- oder Ölbad abgeschreckt. Alsdann wurden sie wiederum bis auf 175°, 200°, 225°, 250°, 275°, 300° und 325° resp. zum Anlassen erhitzt.

Die untersuchten Eigenschaften sind Härte, Proportionalitätsgrenze (im Verhältnisse zur Biegungsgrenze stehend), Tragkraft und Brucharbeit.

Über die Härte gilt hier auch, was schon im 2<sup>ten</sup> Abschnitte gesagt wurde.

Für die Proportionalitätsgrenze und Tragkraft bestimmten wir zuerst die Biegungsgrade der Drahtprobe nach der Belastung und zuletzt die Brucharbeit. An der Belastungs-Biegungskurve sucht man einen Punkt, wo die plötzliche Veränderung der Richtung stattfindet. Der dementsprechende Wert der Belastung wird als Proportionalitätsgrenze angenommen. Den Grenzwert zum Brechen nimmt man dann als Tragkraft an. Zur Messung benutzt man die folgende Einrichtung,

Die Drahtprobe P wird an einem Ende A fixiert. An dem freien Ende C

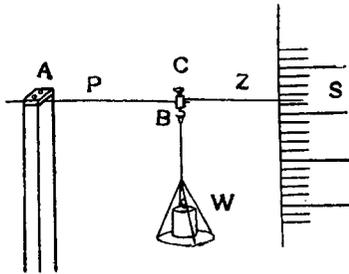


Fig. 2.

werden ein Hacken B und ein Draht als Anzeiger Z mittelst einer Klemme befestigt. Durch Anhängen der Belastung W, 10 gr. im Gewicht, wird der Draht sich biegen lassen; die Messung geschieht dann nach einer Minute auf der Skala S mittels des Anzeigers Z. Zur Ablesung benutzt man ein Mikrometermikroskop. Zu-  
mehrung der Belastung geschieht mit 10 gr. für jedes Mal.

Für die Bestimmung der Brucharbeit bediente man sich des in Fig. 3 bezeichneten Apparates. An einem langen, mit einem Stativ

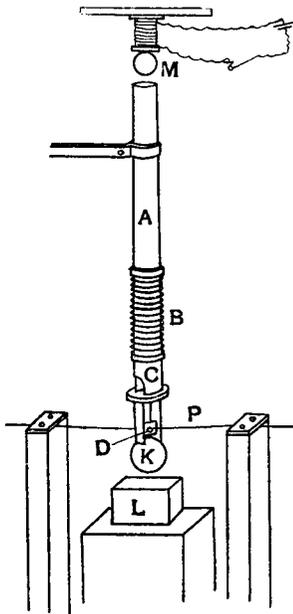


Fig. 3.

senkrecht gehaltenen Glaszylinder A wird der eisernen Zusatz C durch eine Drahtfeder auch senkrecht suspendiert. Als ein Teil dieses Zusatzes besteht D aus einer gehärteten Stahlplatte mit einem Loch, durch welches die an beiden Enden wagerecht befestigte Drahtprobe P im Kontakt mit dem oberen Teil des Loches eingeschaltet wird; K ist eine an den unteren Teil des Zusatzes angelötete Stahlkugel. Die Länge des Zylinders muss so reguliert werden, dass die Arbeit welche durch die fallende Kugel getan wird, nicht zu viel die Stärke der Drähte P übertrifft; auch muss die Lage des Drahtes so berichtigt werden, dass sie gerade in Berührung, aber nicht zur

Stützung des Zylinders steht. Dann kommt noch gerade unter die

Kugel K ein aus einem Gemisch von Öl und Wachs bestehendes weiches Bett L.

Man lässt nun die magnetefasste Stahlkugel M durch Stromaus-schaltung durch das Zylinder auf C fallen. Wenn der Schock nicht genügt, den Draht zu brechen, so wird die Stärke des Drahtes als über dem Produkte vom Gewicht der Kugel  $\times$  Höhe registriert. Wenn der Schock gerade die Stärke ausgleicht, so bricht der Draht, ohne die Feder heftig schwingen zu lassen. Wenn aber der Schock grösser als die Stärke ist, dann wird der Rest der Energie das Schwingen der Feder verursachen und demgemäss einen Eindrucke der Kugel K auf dem Bett hervorrufen. Dann misst man die Durchmesser dieser Ein-drücke mit dem Glaslineal Le Chateliers. Andererseits lässt man die Kugel M von verschiedenen Höhen auf C fallen, misst die Durchmesser nach den Höhen und bekommt es eine Arbeits-Durchmesserkurve. Vermöge dieser Kurve kann man die dem Durchmesser entsprechenden Arbeitsmengen erfahren, welche man aus dem Arbeitstotal subtrahiert; der Rest ist ohne weiteres die Stärke des Drahtes. Fig. 4 zeigt uns klar diese Beziehung.

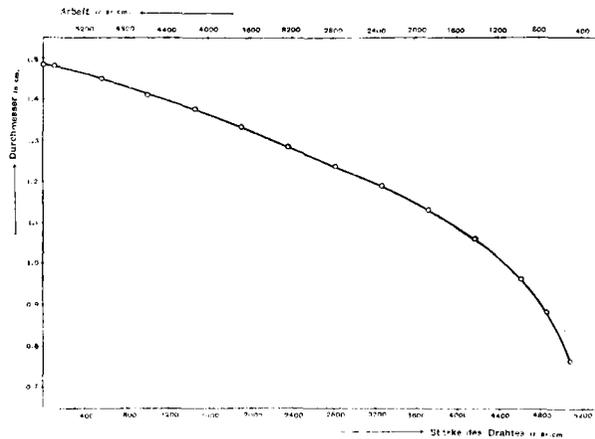


Fig. 4.

Die Messungen zusammen mit den Beschreibungen der Probe sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt :—

TABELLE III.

Kohlenstoff in %	Abschreckmittel	Anlass-temperatur in °C	Zeichen	Härtezahl	Tragkraft in gr.	Proportionalitätsgrenze in gr.	Brucharbeit in gr. cm.
0.7	Öl	175	a <sub>1</sub>	69	270	—	750
		225	a <sub>3</sub>	66	310	—	1550
		250	a <sub>4</sub>	64	430	300	2600
		275	a <sub>5</sub>	49	—	260	—
	Wasser	225	a <sub>3</sub>	64	280	—	950
		250	a <sub>4</sub>	70	350	—	2120
		275	a <sub>5</sub>	56	—	280	2900
		300	a <sub>6</sub>	50	—	220	—
0.8	Öl	225	b <sub>3</sub>	69	280	—	1320
		250	b <sub>4</sub>	74	350	—	2120
		275	b <sub>5</sub>	56	—	280	2600
	Wasser	250	b <sub>4</sub>	78	320	—	1700
		275	b <sub>5</sub>	65	410	320	2250
		300	b <sub>6</sub>	54	—	240	3000
0.9	Öl	225	c <sub>3</sub>	75	270	—	1370
		250	c <sub>4</sub>	78	340	—	2140
		275	c <sub>5</sub>	64	—	270	2500
	Wasser	250	c <sub>4</sub>	79	310	—	1620
		275	c <sub>5</sub>	71	480	—	2080
		300	c <sub>6</sub>	61	—	260	2600
1.0	Öl	225	d <sub>3</sub>	77	240	—	980
		250	d <sub>4</sub>	80	330	—	1750
		275	d <sub>5</sub>	65	380	290	2380
	Wasser	250	d <sub>4</sub>	82	290	—	1520
		275	d <sub>5</sub>	71	380	—	1890
		300	d <sub>6</sub>	66	500	280	2350
		325	d <sub>7</sub>	60	—	210	—

Um diese Resultate graphisch darzustellen, legt man ein grosses Viereck mit einem Diagonal senkrecht in der Mitte des Papiers an und teilt je zwei parallele Seiten resp. in 7 Teile für t° und 4 für Kohlenstoff. In ihm werden dann die Punkte, welche a<sub>n</sub>, b<sub>n</sub>, c<sub>n</sub> und d<sub>n</sub> entsprechen, gekennzeichnet. Durch jeden dieser Punkte zieht man nun je eine senkrechte und horizontale Linie, auf deren vier Enden die physikalischen Angaben resp. nach den Abscissi mit Kreisen für Wasser- und mit Vierecken für Ölhärtung gekennzeichnet werden. Verbindet man die Kreise oder Vierecke je für die Proben mit denselben Zusammensetzungen, so bekommt man 4 Eigenschaftslinien

für jede wasser- und ölabgeschreckte Probe. Verbindet man dagegen die Kreise oder Vierecke durch dieselben Anlasstemperaturen, so bekommt man auch 7 Eigenschaftslinien (mit gebrochenen Linien bezeichnet) nach den Temperaturen. Vergl. Fig. 5 und 6.

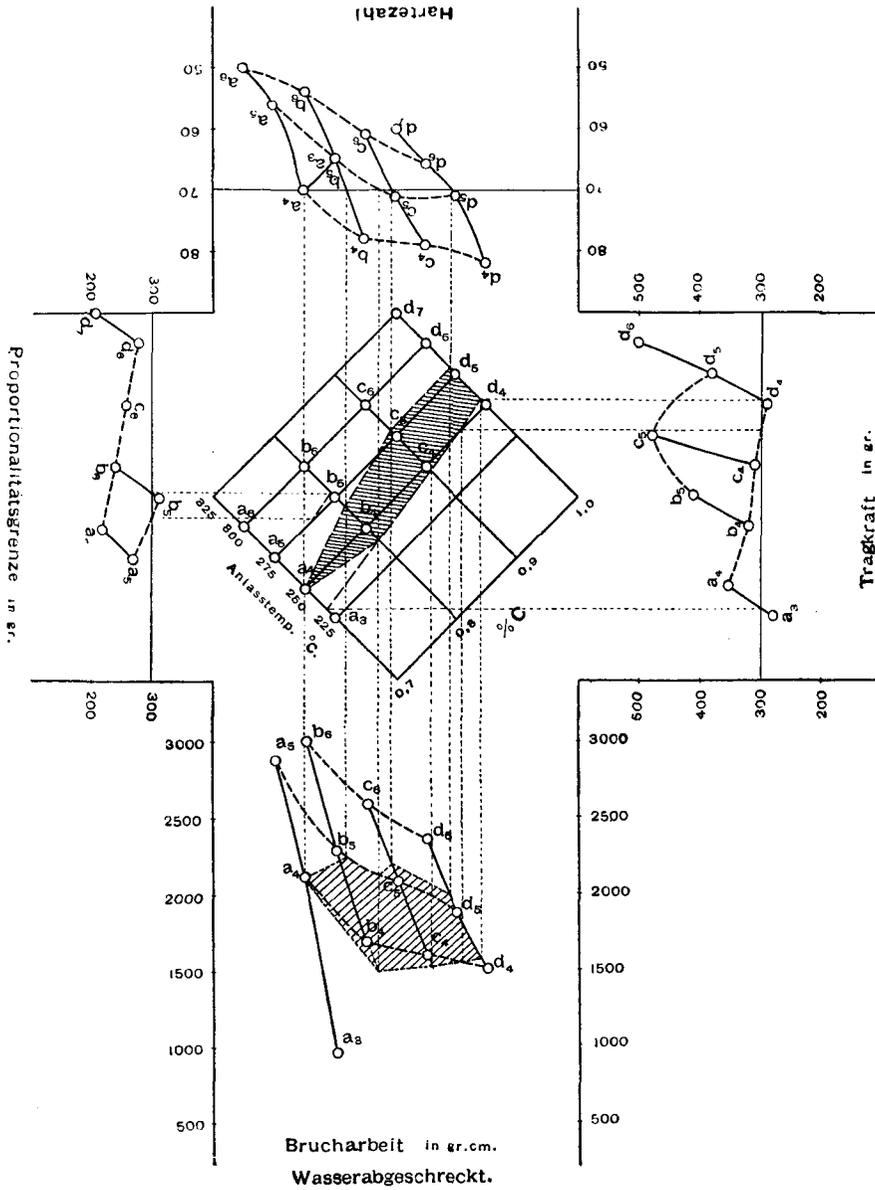


Fig. 5.

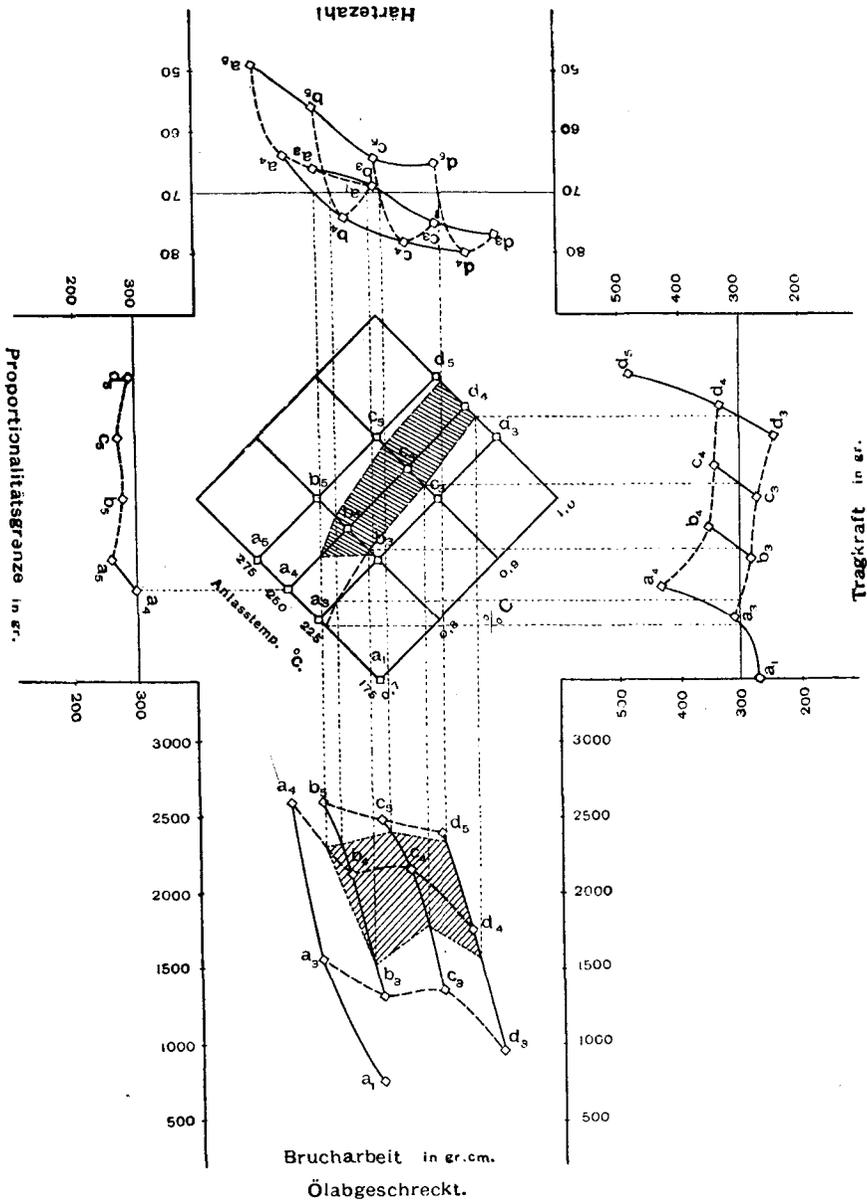


Fig. 6.

Um die Proben mit Härte über 70 und mit Tragkraft und Proportionalitätsgrenze, beide über 300 gr., zu finden, zieht man je eine gerade Linie bei 70 und 300 durch die entsprechenden Abscissen, welche die Voll- und gebrochenen Linien in mehreren Punkte schneiden. Die Lagen dieser Schnittpunkte werden nun wieder im Mittelviereck zurückgetragen. Die Linien, welche die Punkte derselben Art je mit einander verbinden, begrenzen die schraffierten Felder mit den erwünschten Eigenschaften.

Wenn man nun noch die Beschränkung für Brucharbeit dazu fügen will, so lässt man die Grenze der schraffierten Felder in dem Brucharbeitsgebiet übertragen und merkt die Umfänge auf, wo die gesuchten Eigenschaften erfüllt werden. Diese Umfänge werden wiederum im Mittelviereck zurückgetragen. Alle Punkte im entsprechenden Gebiete müssen alle Bedingungen, wie im Anfang erwünscht, erfüllen.

Aus der Übersicht dieser schraffierten Felder kann man eisehen dass die besten Nadelproben ihre Beschränkungen zwischen 240° bis 270° für Anlasstemperaturen und 0.75% bis 1.0% C haben. Da aber die Arbeitssicherheit in Betracht genommen werden muss, könnte man sicher einen Kohlenstoffgehalt von 0.9% und eine Anlasstemperatur von 250° bei der Ölhärtung und 265° bei der Wasserhärtung als am geeignetsten annehmen. Dabei kann man natürlich die Drähte der perlitischen Zusammensetzung im Handel benutzen ; nicht mehr notwendig ist es dann, die Zementierung selbst zu schaffen.

#### IV. ERFOLGE.

Die auf Grund dieser Beschränkungen hergestellten Nadeln waren immer sehr hart und stark, und auch nicht biegsam und zeigten die feine Troosto-martensitische Struktur, wie in Fig. 6, Pl. I, gezeigt.

#### ZUSAMMENFASSUNG.

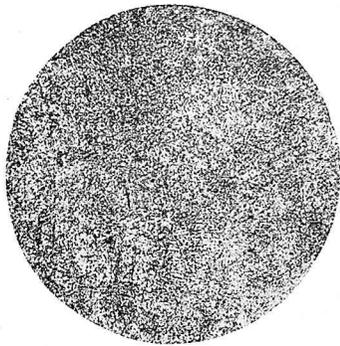
1. Die für Nähnadeln nötige Beschaffenheit wurde gefunden.
2. Ein Apparat zur Messung der Brucharbeit wurde entworfen.

3. Die Bedingungen für die Herstellung der Proben mit der nötigen Beschaffenheit wurden festgestellt.

---

Zum Schluss sage ich Herrn Prof. Dr. Chikashige für seine freundliche Hilfe bei der Ausführung dieser Arbeit meinen besten Dank aus.

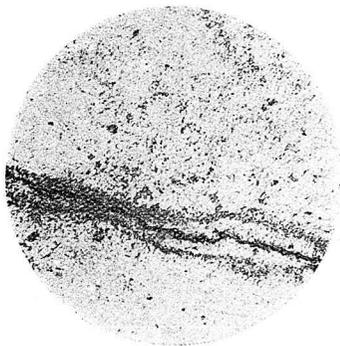
Pl. I.



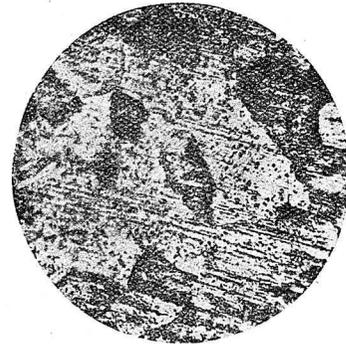
Troosto-martensit, 100 f. Verg.  
Fig. 1.



Schlackeneinschluss, 100 f. Verg.  
Fig. 2.



Riss, 100 f. Verg.  
Fig. 3.



Nicht zementiertes weiches Eisen,  
400 f. Verg.  
Fig. 4.



Ungleichmässige Zementierung  
300 f. Verg.  
Fig. 5.



Troosto-martensit, 100 f. Verg.  
Fig. 6.