

Über ein Gußeisendiagramm

Von Dr. Ing. Eduard Maurer.

Kommt man vom Gebiete der Stahlforschung, wie der Verfasser, so liegt einem die Frage nahe, warum bis jetzt die verschiedenen Gefügebestandteile des Gußeisens nicht zu einem Diagramm, ähnlich dem Guillet'schen für Sonderstahle, zusammengestellt wurden. Ein Gießer wird vermutlich darauf antworten, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit, die Wandstärke usw. eine zu große Rolle spielen, um ein solches Diagramm zu ermöglichen. Dieser Einwurf ist aber keineswegs stichhaltig, denn die Abkühlungsgeschwindigkeit spielt bei den Sonderstählen kaum eine geringere, man kann sogar wohl ruhig sagen, eine noch bedeutendere Rolle als bei dem Gußeisen, und doch haben sich die Guillet'schen Diagramme als äußerst wichtig und nützlich erwiesen.

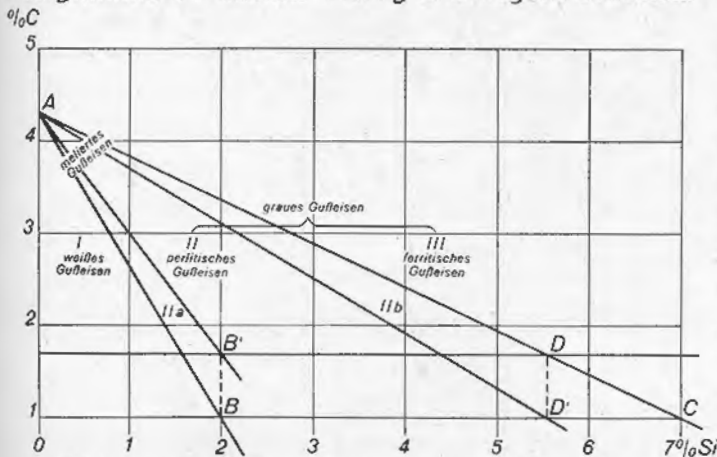


Abb. 1. Gußeisendiagramm, an Hand theoretischer Überlegungen entworfen.

A. Das Entwerfen des Diagramms.

Bei einem Gußeisen können nun folgende Gefügebestandteile auftreten: Eisenkarbid mit Perlit (Ledeburit) im weißen Gußeisen, Graphit mit Ferrit und Perlit im ferritischen und Graphit mit Perlit ohne Ferrit im perlitischen grauen Gußeisen. Diese Gefügebestandteile hängen einerseits vom Kohlenstoff ab, andererseits vom Silizium. Die ganze Aufgabe besteht also darin, die obengenannten Gefügebestandteile in 3 Gruppen in ein Schaubild einzutragen, dessen eine Achse die Kohlenstoff- und die andere die Siliziumgehalte wiedergibt. Zum Unterschied von den Guillet'schen Diagrammen gebe nun die Y-Achse die Kohlengehalte wieder

und die X-Achse die Siliziumgehalte (Abbild. 1). Guillet ließ nun sämtliche Linien seiner Diagramme bei dem Kohlenstoffgehalt von 1,65% zusammenlaufen, so daß man z. B. aus dem Diagramm der Nickelstahle oder der Manganstahle entnehmen könnte, ein Stahl mit 1,65% C wäre rein austenitisch. Ein ähnlicher Punkt muß nun auch auf der Kohlenstoffachse des Gußeisendiagramms festgelegt werden, und zwar wählte ich den eutektischen Punkt mit 4,3% C. Es ist dies der Punkt A des Diagramms. Den Punkt B auf der Siliziumachse legte ich zu 2% Si fest, da mir von meinen Untersuchungen über „Schwarzbruch im Stahl“¹⁾ her bekannt war, daß Stahle mit 2% Si sicher bis 1% C ohne Graphitabscheidung gegossen werden können. Den Punkt C mit 7% Si entnahm ich dem Guillet'schen Diagramm der Siliziumstahle²⁾. Durch das Verbinden der Punkte B und C mit A ergeben sich die obengenannten, gesuchten drei Felder, und zwar stellt Feld I den Bereich des weißen Gußeisens dar, Feld II den des perlitischen und Feld III den des ferritischen. Der Übergang IIa und IIb zwischen den drei Feldern wurde so getroffen, daß der Punkt B nach oben auf die Horizontale projiziert wurde, die durch den Punkt 1,7% C geht, da wohl dieser Kohlenstoffgehalt als Grenzpunkt zwischen Stahl und Gußeisen anzusehen ist. Umgekehrt wurde der Punkt D nach D' auf die X-Achse projiziert; es wurden dann B' und D' mit A verbunden und so die Übergangsfelder geschaffen.

B. Belege aus der Literatur.

Dieses so theoretisch konstruierte Diagramm läßt sich nun sofort an Hand von einigen Literaturangaben nachprüfen. Nach Wülf und Bardenheuer³⁾ ist für das Gefüge hochwertigen Gußeisens mit : 2,5–3,1% C, 1,2–2,2% Si, 0,7–1,2% Mn, 0,3% P, – % S eine rein perlitische Grundmasse kennzeichnend. Das Gebiet (W. u. B.), das durch diese Zusammensetzungsgrenzen gegeben ist, liegt, wie Abbild. 2 (Seite 116) zeigt, innerhalb des Feldes II bis auf zwei kleine, in die Übergangs-

¹⁾ » Kruppsche Monatshefte « 4 (1923), 117/119.

²⁾ Siehe z. B. Mars Spezialstähle II. Auflage (1922), 265.

³⁾ Mitt. des K. W. I. für Eisenforschung 4 (1922), 127.

felder fallende Zwickel. Der von Vogl⁴⁾ angegebene Temperguß (V) mit 2,65–2,81–3,02% C, 0,78–0,80–0,81% Si und 0,30–0,23–0,28% Mn liegt rechts und links der äußeren Linie des Übergangsfeldes IIa, jedoch zur Hauptfläche in Feld I. In ziemlich gleichem Abstand von jener Linie halten sich im Felde I die neuerdings⁵⁾ über amerikanischen Temperguß (A) mitgeteilten Zusammenfassungen 2,1–2,4–2,7% C bei 1,05–0,75–0,45% Si. Aus der Eisenhütte⁶⁾ sind folgende drei deutsche Temperroheisenzusammenfassungen zu entnehmen:

	Gef. C	Si	Mn
grau.....	3,75	1,2	0,15%
meliert.....	3,50	0,8	0,15%
weiß.....	3,20	0,5	0,15%

Die Lage dieser drei Temperroheisen (H) ist im Diagramm übereinstimmend mit den von der Eisenhütte gemachten Angaben. Insbesondere wird noch durch das zweite Roheisen der bis jetzt dunkle Charakter der Spitze des Diagramms dahin geklärt, daß Gußeisen von dieser Zusammenfassung meliert erstarrt, wodurch auch das melierte Gußeisen einen Platz in dem Diagramm erhält.

C. Belege durch Laboratoriumsversuche und durch Material eigener und fremder Herkunft.

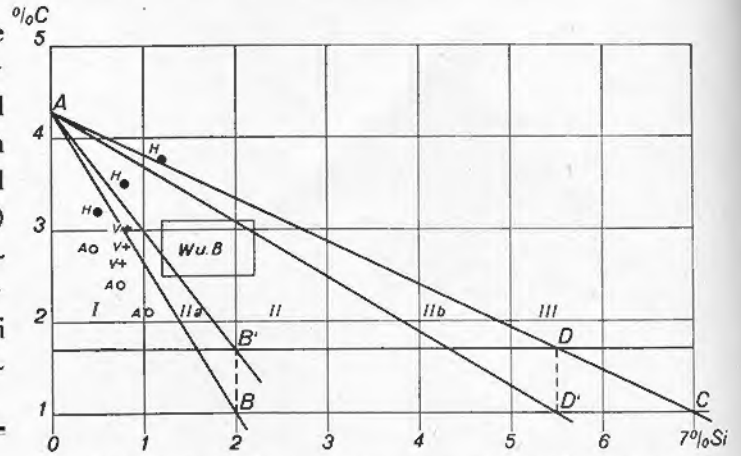
Das Diagramm wurde auch unmittelbar durch kleine Schmelzen in der Kruppschen Versuchsanstalt belegt. Zu diesem Zweck wurden aus einem Kruppschen 10 kg Kryptolofen Keile von 450 mm Länge, 100 mm Höhe und 50 mm Dicke mit etwa 1% Mn gegossen. Dieselben wurden im dünnen, mittleren und dicken Teil gebrochen, angeklüfft und mikroskopisch untersucht. Die Zusammenfassung der 33 Versuchsschmelzen ist in Übersicht 1 wiedergegeben. Aus Abbild. 3 (Seite 117) ist ersichtlich, daß sich die Versuchsschmelzen zwanglos in das Diagramm einordnen. Auch hierbei ergibt sich, daß Zusammenfassungen in der Spitze und in der Nähe derselben meliert erstarren.

Es sei nun festgestellt, daß Gußeisen von der von Feld II angegebenen Zusammenfassung keinerlei

⁴⁾ Mitt. des K. W. J. f. Eisenforschung 3 II (1922) 82.

⁵⁾ Stahl u. Eisen 44 I (1924) 333.

⁶⁾ Eisenhütte (1910) 664.

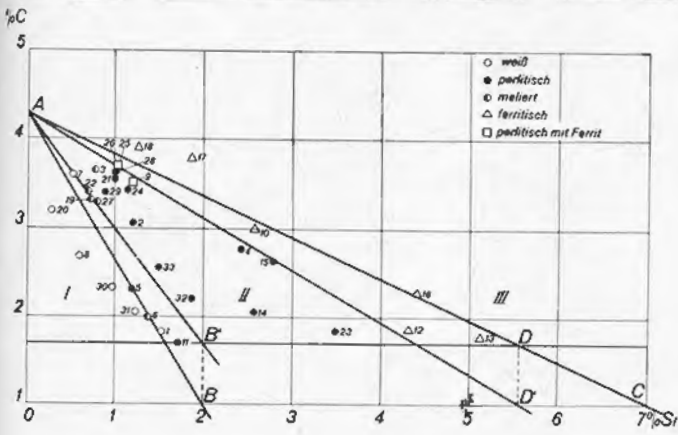


Abbild. 2. Gußeisendiagramm, nachgeprüft an Hand von Literaturangaben.

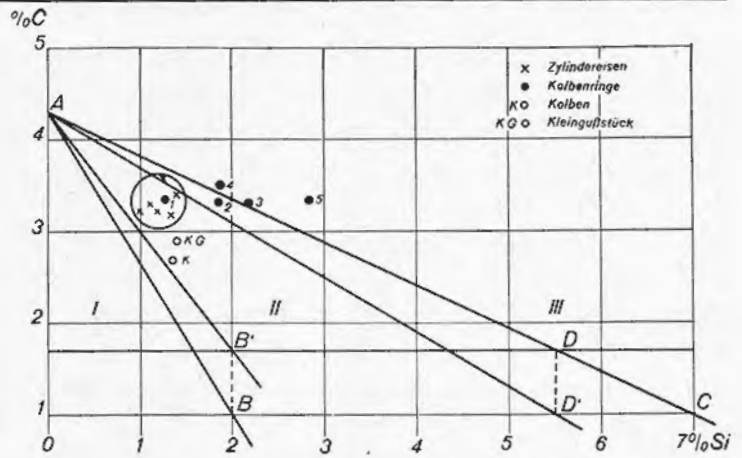
Übersicht 1.

Güße aus dem Laboratorium zur Nachprüfung des Gußeisendiagramms in Form von Keilen: 450 mm lang, 50 mm breit und 100 mm hoch.

Nr.	C %	Si %	Mn %	Gefüge
1	1,82	1,53	0,98	weiß
2	3,06	1,23	0,92	perlitisch
3	3,66	0,68	0,91	„ mit etwas Karbid
4	2,79	2,43	1,25	„
5	2,30	1,19	0,87	„
6	2,00	1,38	0,87	„ „ „
7	3,60	0,54	1,14	weiß
8	2,68	0,60	0,90	„
9	3,50	1,19	1,00	perlitisch „ „ Ferrit
10	3,00	2,60	0,83	ferritisch
11	1,71	1,71	1,04	perlitisch
12	1,85	4,32	1,01	ferritisch
13	1,78	5,12	1,00	„
14	2,07	2,59	1,03	perlitisch
15	2,62	2,80	1,03	„
16	2,28	4,40	1,01	ferritisch
17	3,80	1,87	0,92	„
18	3,90	1,26	0,96	„
19	3,32	0,73	0,93	meliert
20	3,20	0,28	1,02	weiß
21	3,55	1,00	0,94	perlitisch
22	3,40	0,70	0,88	meliert
23	1,85	3,50	1,13	perlitisch
24	3,43	1,15	1,06	„
25	3,65	1,02	0,88	„ mit Ferrit
26	3,65	1,05	0,50	„ „
27	3,30	0,80	0,97	meliert
28	3,60	1,00	1,01	perlitisch
29	3,40	0,90	0,96	„
30	2,33	0,98	0,71	weiß
31	2,05	1,23	0,85	„
32	2,20	1,88	1,01	perlitisch
33	2,55	1,50	0,80	„



Abbild. 3. Gußeisendiagramm, nachgeprüft an Hand von Laboratoriumsverfuchen.



Abbild. 4. Gußeisendiagramm; zeigt die Lage von Material eigener und fremder Herkunft.

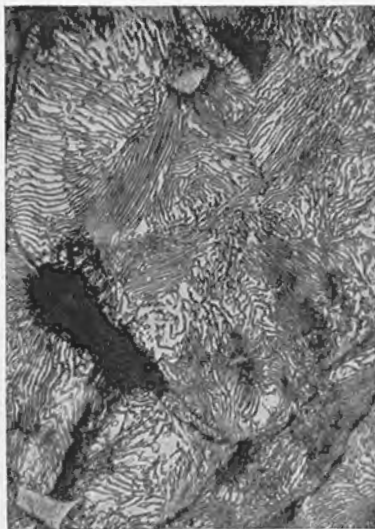
Neuerung darstellt, so fiel stets das von unserm Werk erschmolzene Zylindereisen in die eingekreiste Stelle der Abbild. 4, bei einwandfreiem perlitischen Gefüge, wie aus Abbild. 5 hervorgehen dürfte. Auch das Gefüge von fremdem Material entspricht dem Diagramm. In Übersicht 2 ist die Zusammensetzung von 5 verschiedenen Kolbenringen angegeben und in Abbild. 4 mit den gleichen Nummern eingetragen. Die Feingefüge geben Abbild. 6 bis 10 (Seite 117/118) wieder, sie sind im völligen Einklang mit der Lage der Proben im Diagramm. Probe 1 liegt inmitten des Feldes I, das Gefüge (Abbild. 6) ist einwandfrei perlitisch bis auf einige Stellen von Phosphideutektikum. Probe 2 liegt an der Übergangslinie zu Feld IIb. Die hellen Stellen im Gefüge (Abbild. 7) werden von beginnenden Ferritabscheidungen gebildet.

Übersicht 2.
Material fremder und eigener Herkunft zur Nachprüfung des Gußeisendiagramms.

Bezeichnung	Zeichen	C	Si	Mn	P
		o/o	o/o	o/o	o/o
Kolbenringe (Fremder Herkunft)	1	3,37	1,28	0,74	0,48
	2	3,32	1,86	0,71	0,63
	3	3,29	2,19	0,36	0,54
	4	3,50	1,87	0,30	0,61
	5	3,35	2,84	0,42	0,31
Kolben, Kleingußstück . . . (Eigener Herkunft)	K	2,67	1,37	0,99	0,67
	KG	2,90	1,40	1,05	0,68

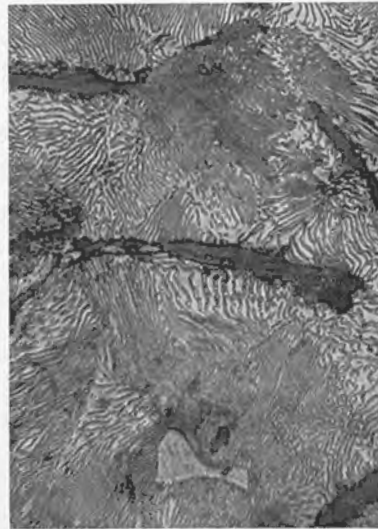
Probe 3 liegt auch in der Nähe des Übergangsfeldes IIb, aber rechts davon im ferritischen Gebiet. Das Gefügebild (Abbild. 8, Seite 118) läßt deutlich größere Ferrit-

× 500



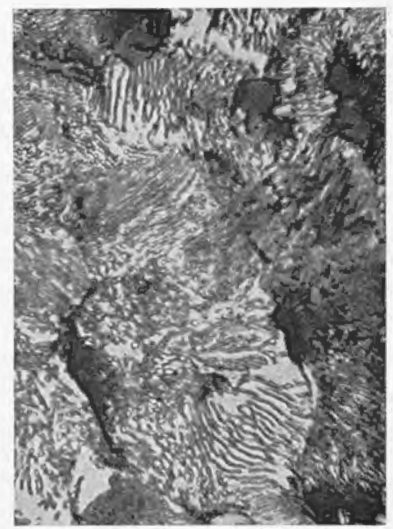
Abbild. 5. Kruppsches Zylindereisen.

× 500



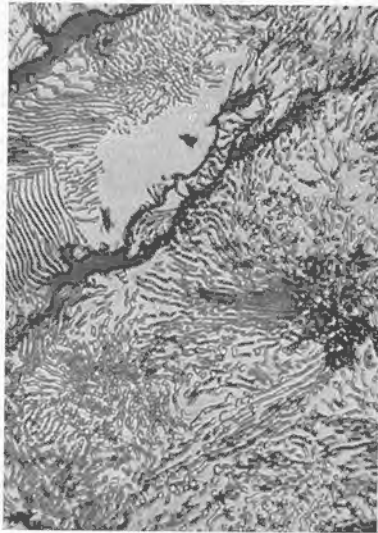
Abbild. 6. Kolbenring 1.

× 500



Abbild. 7. Kolbenring 2.

× 500



Abbild. 8. Kolbenring 3.

× 500



Abbild. 9. Kolbenring 4.

× 500



Abbild. 10. Kolbenring 5.

stellen erkennen, aber es sind auch die Perlitstreifen nicht mehr so eng zusammengelagert wie bei den beiden vorigen Proben. Probe 4 liegt noch etwas weiter rechts ab von dem Übergangsfelde IIb, so daß der Ferritgehalt bei derselben noch stärker zum Ausdruck kommen muß, was auch in Abbild. 9 deutlich zu ersehen ist. Daselbe gilt dann noch in verstärkterem Maße für Probe 5 (Abbild. 10).

Aus dem Vorhergehenden dürfte die Lage des Übergangsfeldes IIb genügend gestützt sein. Es ist nun die Frage berechtigt, inwieweit dies auch für das linke Übergangsfeld IIa gilt. Die Linien wurden gezogen, indem ich mich auf Erfahrungen mit Stahlwerksgüßen stützte, so daß die Möglichkeit nahe liegt, daß für dünnere Wandstärken sich die Lage des Feldes IIa nach rechts verschieben könnte.

Dies wurde an zwei Gußstücken, einem Kolben und

einem Kleingußstück, nachgeprüft, die in Abbild. 11 und 12 wiedergegeben sind. Die verschiedenen Wandstärken des Kolbens betragen vom Innennocken beginnend 42, 7 und 17 mm. Das der dünnsten Wandstärke entsprechende Gefüge ist in Abbild. 13 (Seite 119) dargestellt und besteht gleich dem des mittelstarken und stärkeren Wandteils aus einer perlitischen Grundmasse mit eingesprengtem Phosphideutektikum. Seiner Zusammensetzung nach liegt der Kolben bei K im Diagramm (Abbild. 4, Seite 117), also nahe dem Übergangsfeld IIa, so daß dessen Lage gesichert erscheint.

Hieran ändert auch der Gefügebefund des Kleingußstückes der Abbild. 12 nichts, das aus einem Ring mit seitlichen Rippen gebildet wurde. Seiner Zusammensetzung nach liegt es im Diagramm bei K G, also von dem Übergangsfeld IIa weiter ab als der

 $\frac{1}{2}$ nat. Größe.

Abbild. 11. Kolben „K“.

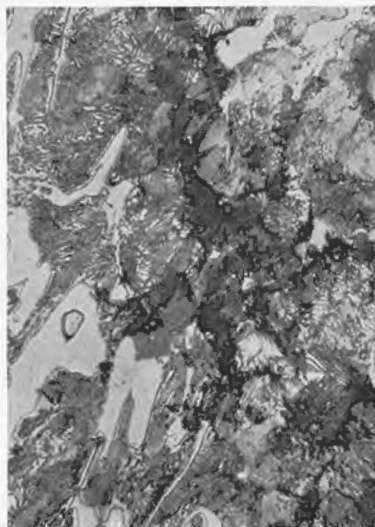
 $\frac{1}{2}$ nat. Größe.

Abbild. 12. Kleingußstück „K G“.

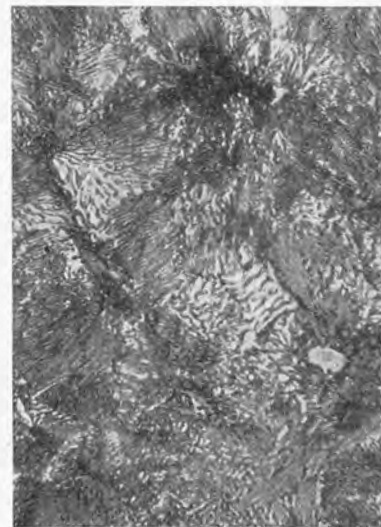
× 500



× 500



× 500



Abbild. 13.

7 mm Wandung des Kolbens
„K“.

Abbild. 14.

8 mm Rippe des Kleingußstückes
„K G“.

Abbild. 15. 8 mm Rippe des
Kleingußstückes „K G“.
Kruppscher Spezialguß.

Kolben K. Es ergab sich nämlich, daß wohl das Gefüge der Wandungen bei 20 mm oben und 13 mm unten einwandfrei perlitisch war, die Rippen hingegen enthielten bei 8 mm Dicke ausgeschiedenen Zementit (Abbild. 14), sie waren wegen der sehr ungünstigen Abkühlungsverhältnisse teilweise weiß erstarrt.

Da in der Einleitung eigens darauf hingewiesen worden war, daß das Diagramm nur für normale Verhältnisse zu gelten hat, dürfte auch an der Lage des Feldes IIa nichts zu ändern sein.

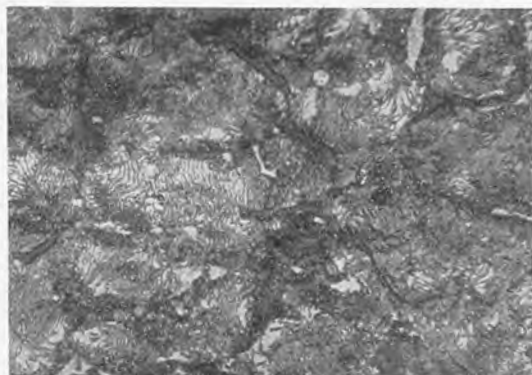
Wie oben ausgeführt, wurde das Diagramm an Hand von Laboratoriumsgüssen von etwa 1% Mn nachgeprüft. Strenggenommen würde daselbe also nur für diesen Mangengehalt gelten. Es sei nun angeführt, daß neben

den Laboratoriumsgüssen auch etwa 40 aus dem Betriebe zur Prüfung gelangten. Trotz des wechselnden Mangengehalts von 0,25–1,2% fügten sich auch diese zwanglos dem Diagramm ein, wodurch dessen allgemeines Anwendungsgebiet weiter bestätigt wird.

D. Der Kruppsche Spezialguß.

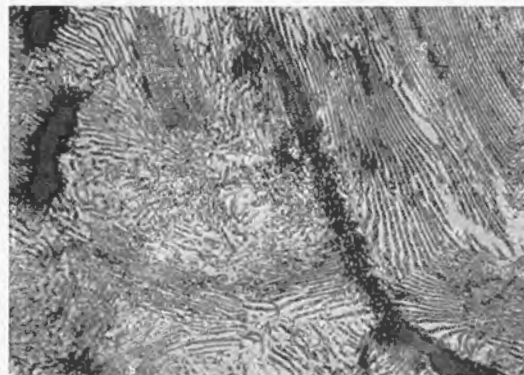
Die im vorgehenden mitgeteilten Überlegungen und Versuche sind auf Anregung von A. Rys, dem Abteilungsleiter für das Kruppsche Gießereiwesen in Essen, entstanden. An Hand des so geschaffenen Gußeisendiagramms wurden in den Gießereibetrieben die Versuche weiter fortgesetzt mit dem Ergebnis, daß man zu einem Guß kam, der bei rein perlitischem Gefüge weitgehendst von der Abkühlungsgeschwindigkeit

× 500



Abbild. 16. Ringkörper des Kleingußstückes „K G“.
Kruppscher Spezialguß.

× 500

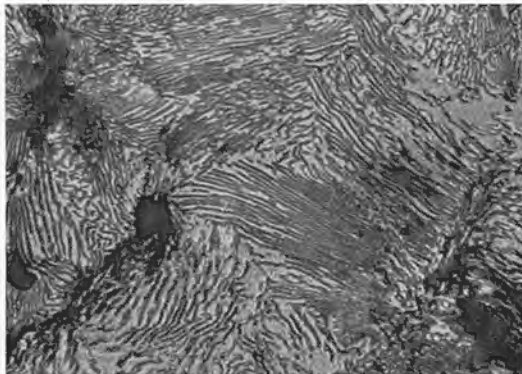


Abbild. 17. 60 mm Φ -Zylinder „Rand“.
Kruppscher Spezialguß.

unabhängig ist und vorzügliche Festigkeitseigenschaften aufweist.

Das erste ergibt sich aus den Abbild. 15 bis 20. Abbild. 15 (Seite 119) zeigt das Perlitgefüge in der Rippe des bereits oben behandelten Kleingußstückes der Abbild. 12 (Seite 118). Daß in der Rippe das Perlitgefüge nicht auf Kosten von Ferritabscheidung in dem Gefüge der Wandung vor sich gegangen ist, belegt Abbild. 16 (Seite 119), die, bis auf die Einsprenglinge von

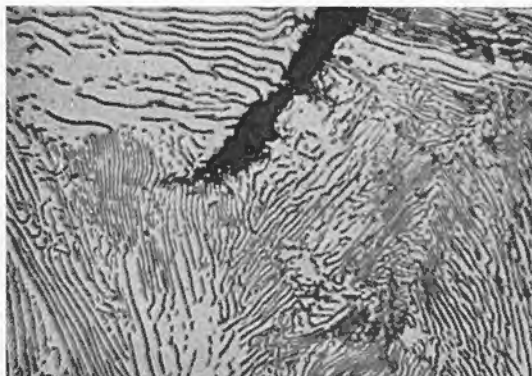
× 500



Abbild. 18. 60 mm Φ -Zylinder „Mitte“.
Krupp'scher Spezialguß.

Phosphideutektikum, ein rein perlitisches Gefüge wiedergibt. Die weiteren Abbild. 17, 18, 19 und 20 geben die Feingefüge wieder, die jeweilig außen und innen von einer Scheibe entnommen wurden, die aus der Mitte eines Zylinders von je 60 bzw. 300 mm Durchmesser und 500 bzw. 400 mm Höhe herrührte. Gleichfalls hierbei ist das Gefüge einwandfrei perlitisch, wenn auch die einzelnen Perlitstreifen deutlicher ausgebildet sind als in dem Kleingußstück der Abbild. 12 (Seite 118).

× 500



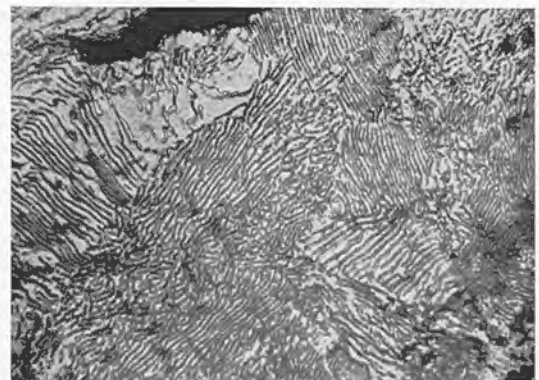
Abbild. 20. 300 mm Φ -Zylinder „Mitte“.
Krupp'scher Spezialguß.

Außer den Zylindern von 60 und 300 mm Durchmesser wurden auch solche von 100, 200 und 400 mm Durchmesser und 500 mm Höhe untersucht. Die beiden ersten zeigen naturgemäß das in Abbild. 17 bis 20 wiedergegebene Gefüge, die Scheibe aus dem 400 mm-Zylinder hingegen hatte in der Mitte schon deutlich ferritische Stellen.

Die Festigkeitseigenschaften des Spezialgusses wurden in Vergleich mit Zylinderguß von 3,2% C, 1,23% Si, 0,73% Mn, 0,15% P und 0,09% S geprüft.

Der Zylinderguß lag einmal vor in Rundstäben von 15 und 36 mm, wie sie aus Kästen von 520 mm Breite, 750 mm Höhe und etwa 20 und 42 mm Wandstärke herausgearbeitet worden waren, das andere Mal in Rundstäben gleichen Durchmessers, gedreht aus gegossenen Rundstäben von 22 bzw. 42 mm Durchmesser und der Spezialguß in gegossenen Rundstäben gleichen Durchmessers, aus drei Chargen von verschiedenen Tagen.

× 500



Abbild. 19. 300 mm Φ -Zylinder „Rand“.
Krupp'scher Spezialguß.

Das Grundgefüge sämtlicher Proben war ein rein perlitisches.

An den bearbeiteten Stäben wurden Biegezugfestigkeit, Durchbiegung und Brinellhärte festgestellt. Die erhaltenen Zahlen sind in Übersicht 3 bis 8 zusammengestellt. Um die Durchbiegungen, die bei den verschiedenen Auflagenlängen und verschiedenem Probequerschnitt gemessen wurden, miteinander vergleichen zu können, wurden die Mittelwerte auf gleiche Länge 300 und gleichen Durchmesser von 15 mm rechnerisch reduziert. Dies gelingt aus der Überlegung heraus, daß gleichartiges Material vorausgesetzt, sich die Durchbiegungen proportional dem Quadrat des Auflageabstandes l und

Überlicht 3.
Zylindereifen.

Rundstäbe $\phi = 15$ mm, aus Käften von 20 mm Wandstärke gedreht. Auflageentfernung $20 \times 15 = 300$ mm.

Zeichen	1	2	3	4	Mittel
Biegefestigkeit kg/qmm	40,5*)	36,1	38,5	37,3	38,6
	36,2**)	33,9	31,7	32,1	33,5
Durchbiegung mm	8,9*)	7,7	7,8	7,3	7,9
	7,0**)	6,7	6,5	6,0	6,5
Härte 5/750	182*)	170	195	204	188
	172**)	169	170	177	172

*) Kopf.
**) Fuß.

Überlicht 4.
Zylindereifen.

Rundstäbe $\phi = 36$ mm, aus Käften von 42 mm Wandstärke gedreht. Auflageentfernung $20 \times 36 = 720$ mm.

Zeichen	1	2	3	4	Mittel
Biegefestigkeit kg/qmm	36,4	36,4	34,6	31,4	34,7
Durchbiegung mm	18,5	18,3	18,2	17,5	18,1***)
Härte 5/750	164*)	160	163	157	161
	164**)	163	153	161	160

*) Kopf.
**) Fuß.
***) Reduzierter Wert = 7,55.

Überlicht 5.
Zylindereifen.

Rundstäbe $\phi = 15$ mm, aus Gußstäben von 22 mm ϕ gedreht. Auflageentfernung $20 \times 15 = 300$ mm.

Zeichen	1	2	3	4	Mittel
Biegefestigkeit kg/qmm	45,8*)	49,8	47,7	47,7	47,7
	50,1**)	54,4	43,1	51,1	49,6
Durchbiegung mm	6,4*)	8,5	8,0	8,2	7,8
	9,0**)	8,4	6,7	8,1	8,1
Härte 5/750	200*)	210	201	204	204
	193**)	207	208	197	201

*) Kopf.
**) Fuß.

Überlicht 6.
Zylindereifen.

Rundstäbe $\phi = 36$ mm, aus Gußstäben von 42 mm ϕ gedreht. Auflageentfernung $20 \times 36 = 720$ mm.

Zeichen	1	2	3	4	Mittel
Biegefestigkeit kg/qmm	37,9	34,5	34,8	38,0	36,3
Durchbiegung mm	17,7	16,6	17,4	18,2	17,5***)
Härte 5/750	212*)	186	189	202	197
	208**)	194	188	204	199

*) Kopf.
**) Fuß.
***) Reduzierter Wert = 7,3.

Überlicht 7.
Kruppscher Spezialguß.

Rundstäbe $\phi = 15$ mm, aus Gußstäben von 24 mm ϕ abgedreht. Auflageentfernung $20 \times 15 = 300$ mm.

Zeichen	1			2			3			Mittel 1-3
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
Biegefestigkeit kg/qmm	72,9*)	68,5	56,6	63,0	56,6	54,5	70,2	67,3	57,8	63,0
	71,3**)	75,1	47,1	66,9	71,0	61,4	64,5	72,5	65,8	66,1
Durchbiegung mm	10,9*)	10,1	7,1	9,1	8,2	7,3	12,6	8,7	7,5	9,1
	14,5**)	10,9	6,0	10,7	11,3	10,2	9,8	11,5	9,5	10,5
Härte 5/750	226*)	240	242	233	229	229	230	234	239	233
	240**)	239	245	225	223	210	226	217	222	227

*) Kopf.
**) Fuß.

Überlicht 8.
Kruppscher Spezialguß.

Rundstäbe $\phi = 36$ mm, aus Gußstäben von 42 mm ϕ gedreht. Auflageentfernung $20 \times 36 = 720$ mm.

Zeichen	1			2			3			Mittel
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
Biegefestigkeit kg/qmm	64,5	63,4	56,7	56,2	56,2	63,2	62,7	67,0	64,4	61,5
Durchbiegung mm	16,5	17,8	11,6	12,5	14,9	20,7	19,2	22,0	26,5	18,0***)
Härte 5/750	224*)	224	234	229	226	222	219	215	217	224
	226**)	217	226	229	217	213	219	211	207	219

*) Kopf.
**) Fuß.
***) Reduzierter Wert = 7,5.

umgekehrt proportional dem Durchmesser d der Probe verhalten, also $f = k \frac{l^2}{d}$. Infolgedessen wurden die gefundenen Durchbiegungen mit $\frac{90\,000 \times d}{l^2 \times 15}$ multipliziert.

Dauer Schlagproben mit dem Krupp'schen Dauer Schlagapparat wurden nicht ausgeführt, da Erfahrungen über die Streuung der Schlagzahl bei Gußeisenproben nicht vorlagen.

In bezug auf das Zylindereisen ergibt sich, daß die Biegezugfestigkeit sowie die reduzierte Durchbiegung der Stäbe aus den beiden Kästen mit 20 und 42 mm Wandstärke untereinander als auch mit den dickeren gegossenen Rundstäben praktisch gleich ist und 35 bis 36 kg/qmm bzw. 7 bis 8 mm beträgt; die dünneren gegossenen Stäbe haben praktisch die gleiche reduzierte Durchbiegung bei einer höheren Biegezugfestigkeit von rund 48 kg/qmm. Im Gegensatz hierzu zeigen die Rundstäbe aus dem Spezialguß in beiden Abmessungen von 22 und 42 mm praktisch gleiche Zahlen für die Biegezugfestigkeit und die reduzierte Durchbiegung von 63 kg/qmm bzw. 8 mm.

Zum besseren Vergleich sind die Hauptzahlen der 22 und 42 mm gegossenen Rundstäbe bei einem Prüfungs-

Überlicht 9.

Gegenüberstellung der Festigkeitszahlen von Zylindereisen und Krupp'schem Spezialguß.

	Biegezugfestigkeit kg/qmm		Durchbiegung mm		Brinellhärte 5/750	
	15 mm ϕ	36 mm ϕ	15 mm ϕ	36 mm ϕ	15 mm ϕ	36 mm ϕ
Zylinderguß*)	48,7	36,3	8,0	17,5	203	198
Krupp'scher Spezialguß*)	64,5	61,5	8,8	18,0	230	222

*) 22 und 42 mm gegossene Rundstäbe.

durchmesser von 15 und 36 mm und einer Auflageentfernung von $20 \times d$ in Überlicht 9 nochmals angegeben.

Ein Gußeisen mit diesen Festigkeitseigenschaften genügt den höchsten Ansprüchen, die man an ein solches Material stellen kann.

Zusammenfassung:

Es wurde ein Gußeisendiagramm angegeben, an Hand dessen ein Gußeisen geschaffen wurde, das weitgehendst von den Abkühlungsverhältnissen unabhängig ist, perlitische Grundmasse als Feingefüge zeigt und hervorragende Festigkeitseigenschaften hat.



Eine Krupp'sche Punktschweißmaschine

Von Oberingenieur J. Pfretzschner.

Die Verwendung des Krupp'schen nichtrostenden Stahls zu künstlichen Gebissen*) hat zur Herstellung einer eigenartigen Punktschweißmaschine geführt, die nachfolgend beschrieben werden soll. Derartige Maschinen eignen sich dank ihrer einfachen Bedienung, ihrer Betriebssicherheit infolge ihrer selbsttätigen Schaltung auch für die verschiedensten Arbeitsgebiete; erwähnt seien nur z. B. die Blechwaren-, die Bijouterie- und die Spielwarenindustrie. Es handelte sich beim Herstellen der ersten Maschine darum, Blechstücke aus V2A-Stahl in Stärken von 1 mm bis herunter zu $\frac{1}{10}$ mm in Krümmungen, die der Mundform des Zahnkranken angepaßt werden müssen, unlösbar und ohne das Gefüge des Werkstoffs zu verändern, aufeinander zu befestigen. Da das Weichlöten unzulänglich und das Hartlöten un-

durchführbar war, blieb als einzige gute Lösung die elektrische Schweißung in Form der Punktschweißung. Bänder, Plättchen zur Zahnverankerung, Klammern, Saugknöpfe sowie alle sonstigen Befestigungsvorrichtungen werden nun entweder unmittelbar oder durch Laschen mit der Punktschweißmaschine festgemacht. Zunächst wurde hierfür eine einfache Maschine, die auch jetzt noch in der eigenen Werkstatt mit gutem Erfolg arbeitet, gebaut (vgl. Abbild. 1, Seite 123). Die zu verschweißenden Stücke werden zwischen die Elektroden gehalten und, sobald diese nahe genug aneinander gebracht sind, durch den übertretenden Strom wie durch einen Niet verbunden. Bei der Hochwertigkeit des zu verwendenden Werkstoffs, noch mehr aber bei dem großen Arbeitswert, der in den halb oder fast ganz fertigen Gebißteilen steckt, konnte es jedoch nicht

*) Vgl. »Krupp'sche Monatshefte« 2 (1921), 47.