

# Der Einfluß des Bleies im Rotguß.

Von J. Czochralski.

*Untersuchung des Einflusses von Bleizusätzen auf die Zerreißeigenschaft, Dehnung, Härte, Torsions- und Schlagfestigkeit von Rotguß. Gefüge bei verschiedenen Bleigehalten. Günstige Beeinflussung der Bearbeitbarkeit und Gießbarkeit des Rotgusses.*

Die Abnahmevorschriften einiger Behörden lassen im Rotguß einen Bleigehalt von höchstens 0,8 vH als Verunreinigung zu. Diesen Vorschriften liegt offenbar die Annahme zugrunde, daß ein höherer Bleigehalt als 0,8 vH von schädlichem Einfluß auf die Eigenschaften der Legierung sei. Da nun Rotguß beim wiederholten Umschmelzen in den Werkstätten allmählich mehr und mehr Blei aufnimmt, ist es technisch von Bedeutung, die Grenze kennen zu lernen, bei der sich der schädliche Einfluß des Bleies geltend macht. Zur völligen Aufklärung dieser Frage wurden eine große Zahl von Versuchen mit einer für Lagerschalen, Schieber, Armaturen und dgl.

In der Zahlentafel S. 172/73 sind die erhaltenen Werte zusammengestellt.

## Zerreißeversuch.

Die Zerreißeversuche, vgl. die Zahlentafel, ergaben, daß die Festigkeit bei der ersten Versuchsreihe (feuchter Sandguß) mit steigendem Bleigehalt nicht nachteilig beeinflusst wurde. Die Festigkeit des Kernes blieb durchweg um 3 bis 4 kg/mm<sup>2</sup> hinter der des Mantels zurück. Die Dehnungen waren gering und verhielten sich ähnlich der Festigkeit.

Bei der zweiten Versuchsreihe, die ebenfalls in feuchtem Sand gegossen wurde,

Abb. 1.  
Zerreißeversuch.  
Festigkeit und  
Dehnung.

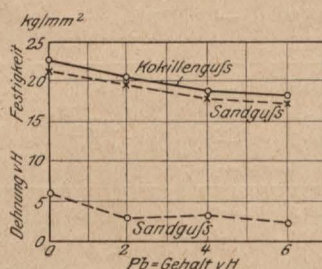


Abb. 2.  
Härteprüfung  
(Belastung P = 500 kg,  
Kugel-Dmr. 10 mm).

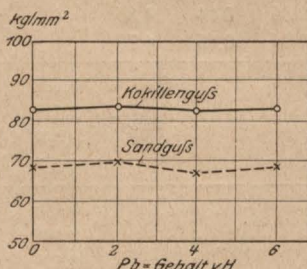


Abb. 3.  
Torsionsversuch.  
Verdrehungswinkel  
in Grad.

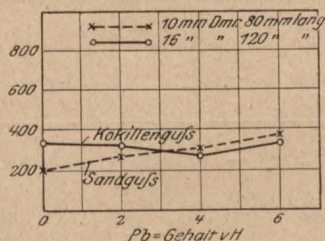
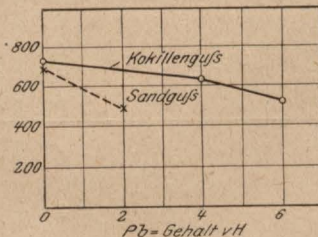


Abb. 4.  
Dauerschlagversuch  
(A = 12,5 cm kg  
n = 80 Uml./min).  
Schlagzahl.



verwendbaren Rotgußlegierung durchgeführt. Die Sollzusammensetzung der Legierung ist 86 vH Kupfer, 9 vH Zinn und 5 vH Zink. Der Bleizusatz erfolgte bei allen Versuchsreihen auf Kosten der drei Komponenten Kupfer, Zinn und Zink. Bei vielen Proben war aber der Zinkgehalt etwas zu hoch, während der Kupfergehalt etwas zu geringe Werte aufwies. Die Prüfung erstreckte sich auf feuchten Sandguß und Kokillenguß. Die Stäbe der im Sand gegossenen Legierung wurden in der Längsrichtung gevierteilt und von diesen Teilen Proben aus den Kern- und Mantelzonen entnommen. Die in vorgewärmten Kokillen hergestellten Proben wurden nach dem Abdrehen der Gußhaut unaufgeteilt geprüft. Die Prüfung umfaßte Zerreißeversuche, Härte-, Torsions- und Dauerschlagversuche.

ist nur der Kern geprüft worden. Die Festigkeit und die Dehnung nahmen mit steigendem Bleigehalt ab. Die Ursache dieser Erscheinung stand aber, wie eingehende Versuche gezeigt haben, nicht mit dem Material im Zusammenhang, sondern mit der Anwesenheit von Gußfehlern. Bei der Herstellung der Legierung kommt es vor allen Dingen darauf an, daß das Blei gleichmäßig in der Schmelze verteilt wird. Wird das Blei der Legierung zu spät zugegeben und nicht genügend verrührt, so scheidet es sich leicht in Nestern aus, die offenbar wie Kerben wirken. Es ist daher nicht möglich, Stäbe zu erhalten, die bei der Prüfung ein regelmäßiges Verhalten zeigen. Dieser Übelstand kann durch sorgfältiges Verrühren des Bleis bei genügend hohen Schmelztemperaturen beseitigt werden.



Zahlentafel. Mechanische und metallographische Untersuchung

Versuchsreihe	Art des Gusses	Chemische Zusammen- setzung *Analysenwerte vH.				Mechanische Untersuchung						
		Cu	Sn	Zn	Pb	Zerreiß- festigkeit kg/mm²		Dehnung vH.		(Härte P = 500 kg) kg/mm²	Tor- sion in ↺°	Schlag- zahl (12,5 cmkg)
						Kern	Mantel	Kern	Mantel			
1	Sandguß 30 mm Dmr., 160 mm Länge	84,40*	8,63*	6,50*	0,17*	18,0	19,6	4,0	6,0 {	57,8 K. 62,7 M.	{ (110)	nicht er- mit- telt
		84,14	8,91	4,95	1,0	13,8	17,0	2,7	4,0 {	60,5 K. 63,0 M.	{ 220	
		82,9 *	8,65*	6,76*	1,71*	15,2	18,0	1,5	3,0 {	62,5 K. 61,5 M.	{ 270	
		82,13*	8,17*	6,60*	2,84*	17,0	19,2	5,2	6,5 {	63,0 K. 65,5 M.	{ 285	
		81,53*	8,54*	6,42*	3,52*	14,2	18,0	2,2	5,0 {	59,0 K. 60,5 M.	{ 235	
		81,70	8,55	4,75	5,0	15,0	19,5	3,0	5,2 {	65,0 K. 62,0 M.	{ 320	
		79,5 *	8,18*	6,35*	5,89*	14,3	16,8	2,0	3,3 {	62,5 K. 61,5 M.	{ 185	
2		86	9	5	0	22,0	—	7,8	—	77	200	3070
		84,28	8,82	4,90	2	20,9	—	2,5	—	76	250	2380
		82,56	8,64	4,80	4	(14,9)	—	2,5	—	73	295	—
		80,84	8,46	4,70	6	(13,5)	—	0,7	—	74	390	—
3a	Kokillenguß 18 mm Dmr., 160 „ Länge (erster Guß)	desgl.			0,28* 2,22* 3,44* 6,23*	23,0 21,5 (14,3) (16,4)	— — — —	< 3		82 89 81 83	360 325 285 340	360 (122) (160) (34)
3b	desgl. (1 × um- gegossen)	desgl.			0,49* 2,19* 3,57* 6,23*	21,4 20,0 22,0 19,8	— — — —	< 3		83 80 84 82	nicht ermittelt	
3c	desgl. (2 × um- gegossen)	desgl.			0 2 4 6	23,1 21,4 (15,0) (17,1)	— — — —	< 3		80 80 82 81	nicht er- mit- telt	322 (78) 315 260
4	Kokillenguß 18 mm Dmr., 160 mm Länge	desgl.			0	16,6	—			87	295 {	(53) 235†
		desgl.			2	22,8	—	< 3		89	325 {	173 173†
		desgl.			4	21,8	—			82	285 {	103 211†
		desgl.			6	20,0	—			84	320 {	260 390†
—	Kokillen- gu	77,2 68,75	8,0 7,15	4,3 4,0	10,5 20,1	nicht ermittelt						
—	Probe von der Behörde	82,9	5,07	6,75	5,05	21		17		—		

† Schlagzahl nach dem Umgießen. ( ) Eingeklammerte Zahlen bedeuten Fehlstellen im Bruch, sodaß Werte

In der dritten Versuchsreihe sind die Werte für Kokillenguß wiedergegeben. Auch bei dieser Reihe nahm die Festigkeit ab. Eine Prüfung der Bruchfläche ergab aber gleichfalls, daß das ungleichmäßige Verhalten der Proben auf Gufehler und Bleieinschlüsse zurückzuführen war. Die Proben der Versuchsreihe 3a wurden nach der ersten Prüfung

zweimal umgeschmolzen und jedesmal geprüft. In zwei Fällen nahm die Festigkeit ab, in einem anderen Fall war keine Veränderung mit steigendem Bleigehalt zu beobachten. Bei der vierten Versuchsreihe (ebenfalls Kokillenguß) nahm die Festigkeit mit steigendem Bleigehalt gegenüber der Legierung ohne Bleizusatz sogar zu. Die Dehnungen beim Kokillen-



von Rotguß (86 vH Cu, 9 vH Sn, 5 vH Zn) mit 0 bis 6 vH Bleigehalt.

Abmessungen der Proben		Metallographische Untersuchung Flächen (Hundertteile) der Gefügeart				
Zerreiß- Stab	Torsions- mm	Unhomogene Alpha-Misch- kristalle vH	Alpha + Gamma- Eutektikum vH	Pb-Aus- scheidungen vH	Korngröße Dmr. mm	Abbildung Nr.
8	Querschnitt 8 × 5 Länge 40	92	8	0	2,5	5 u. 10
		93	7	0	3,5	6
		92,5	7,5	0	4,0	—
		94	6	Sp.	3,0	—
		92	8	Sp.	2,0	7
		92	8	Sp.	2,5	—
		92	8	Sp.	2,0	8
16	Dmr. 10 Länge 80	nicht ermittelt				—
16	Dmr. 16 Länge 120	desgl.				—
		desgl.				—
		desgl.				—
16	Dmr. 16 Länge 20	desgl.				—
		desgl.	Sp.	0,5	9	—
		desgl.				—
—	—	desgl.	1,1 8	— —	11 12	—
—	—	desgl.	Sp.	4,5	—	—

unzuverlässig.

guß (dritte und vierte Versuchsreihe) waren in beiden Fällen kleiner als 3 vH.

#### Härteprüfung.

Die Härteprüfung ergab, daß die Festigkeit bei der ersten und zweiten Versuchsreihe (feuchter Sandguß) mit steigendem Bleigehalt nicht nachteilig beeinflußt wurde. Ein eindeutiger Unterschied zwischen Kern und

Mantel konnte nicht festgestellt werden. Die Werte bei Kokillenguß liegen durchschnittlich um ungefähr 30 vH höher als beim Sandguß, vgl. die Zahlentafel.

#### Torsionsversuch.

Eine schädliche Einwirkung des steigenden Bleigehaltes auf die Torsionszahl konnte nicht beobachtet werden, vgl. die Zahlentafel. Bei



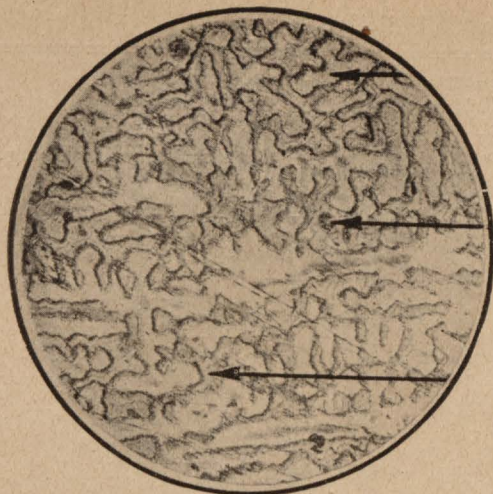


Abb. 5. Rotguß ohne Bleizusatz (Sandguß, Versuchsreihe 1), lineare Vergr. = 65.

- Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.  
 Mittlerer „: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.  
 Unterer „: Alpha + Gamma-Eutektikum.  
 Geätzt mit Ammoniak-Wattebausch.



Abb. 6. Rotguß mit 1 vH Pb (Sandguß, Versuchsreihe 1), lineare Vergr. = 65.

- Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.  
 Mittlerer „: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.  
 Unterer „: Alpha + Gamma-Eutektikum.  
 Geätzt mit Ammoniak-Wattebausch.

der zweiten Versuchsreihe stieg sogar die Torsionszahl. Auch auf die Werte für Kollenguß ist der Bleigehalt ohne Einfluß geblieben.

#### Dauerschlagversuch.

Bei den Dauerschlagversuchen wurde bei der zweiten und dritten Versuchsreihe mit steigendem Bleigehalt eine Abnahme in der Schlagzahl festgestellt, während bei der vierten Versuchsreihe eine etwa ebensogroße Zu-

nahme der Schlagzahl beobachtet werden konnte. Die Schwankungen waren ziemlich erheblich. Auch hier lag die Ursache in der ungleichmäßigen Bleiverteilung. Bei der vierten Versuchsreihe, die in dieser Hinsicht einwandfrei war, wurde keine Abnahme der Schlagzahl beobachtet.

Aus den

Ergebnissen der mechanischen Prüfung geht ziemlich eindeutig hervor, daß die Un-



Abb. 7. Rotguß mit 4 vH Pb (Sandguß, Versuchsreihe 1), lineare Vergr. = 65.

- Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.  
 Mittlerer „: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.  
 Unterer „: Alpha + Gamma-Eutektikum.  
 Geätzt mit Ammoniak-Wattebausch.

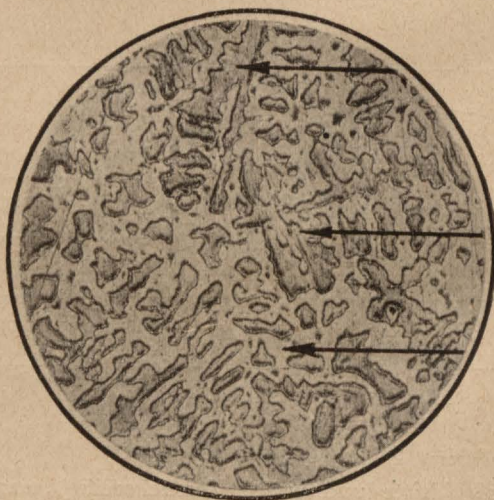


Abb. 8. Rotguß mit 6 vH Pb (Sandguß, Versuchsreihe 1), lineare Vergr. = 65.

- Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.  
 Mittlerer „: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.  
 Unterer „: Alpha + Gamma-Eutektikum.  
 Geätzt mit Ammoniak-Wattebausch.



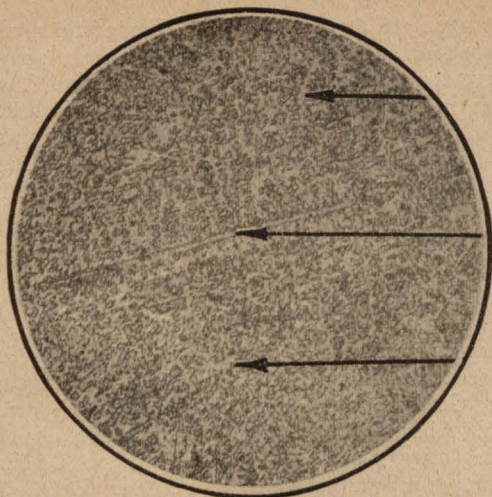


Abb. 9. Rotguß mit 4 vH Pb (Kokillenguß, Versuchssreihe 4), lineare Vergr. = 65.

Oberer Pfeil: Alpha + Gamma-Eutektikum.

Mittlerer „ : Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.

Unterer „ : Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.

Geätzt mit Ammoniak-Wattebansch.

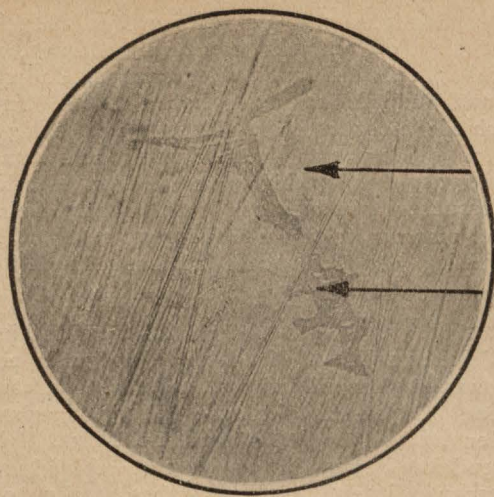


Abb. 10. Rotguß ohne Bleizusatz, lineare Vergr. = 700.

Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha - Mischkristalle.

Unterer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.

Ungeätzt.

regelmäßigkeiten im Verlauf der Kurven durchweg mit der Bleiverteilung in den Prüfstäben im Zusammenhang stehen, und daß Fehlwerte nur bei den Stäben auftreten, bei denen nachträglich Bleiausseigerungen festgestellt werden konnten. Bei der vierten Versuchssreihe war dies durch geeignete Gießmaßnahmen beseitigt worden. Die Ergebnisse waren daher durchweg einwandfrei. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt man auch, wenn man die Mittelwerte unter Berücksichtigung der Fehlstellen im Bruchquerschnitt aus den ersten drei Versuchsserien vergleicht, wie dies

in Abb. 1 bis 4 geschehen ist. Da die Unregelmäßigkeiten nur auf Fehlstellen zurückzuführen sind, ist diese Art der Auswertung durchaus zulässig. Aus Abb. 1 und 2 geht hervor, daß die Festigkeit und Härte durch den steigenden Bleigehalt keine nennenswerte Einbuße erleidet. Die Abnahme in den Qualitätsziffern beträgt im Mittel etwa 5 kg/mm<sup>2</sup>. Die Versuchsfehlergrenzen sind bei Versuchen dieser Art bekanntlich von etwa der gleichen Größenordnung. Beim Kokillenguß liegt die Festigkeit um etwa 3 kg/mm<sup>2</sup>, die Härte um etwa 15 kg/mm<sup>2</sup> über den Werten

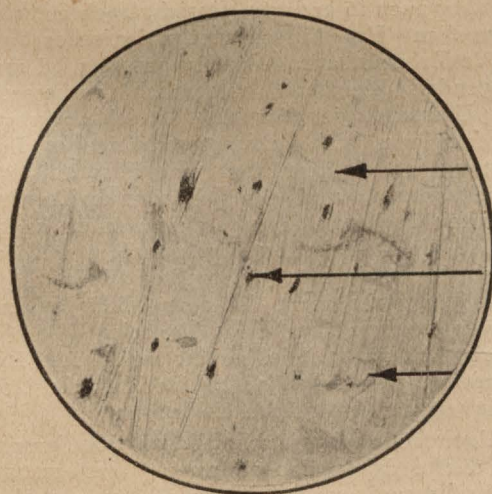


Abb. 11. Rotguß mit 10 vH Pb, lineare Vergr. = 700.

Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha - Mischkristalle.

Mittlerer „ : Pb-Ausscheidungen.

Unterer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.

Ungeätzt.

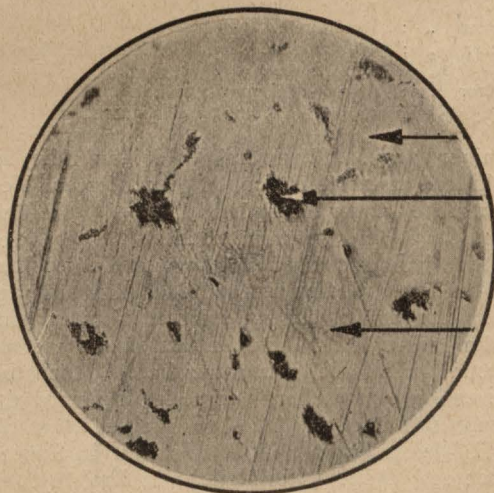


Abb. 12. Rotguß mit 20 vH Pb, lineare Vergr. = 700.

Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha - Mischkristalle.

Mittlerer „ : Pb-Ausscheidungen.

Unterer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.

Ungeätzt.



des Sandgusses. Bei steigendem Bleigehalt ist die Torsion teils konstant geblieben, vgl. Abb. 3, teils bis um 80 vH gestiegen. Zwischen Sand- und Kokillenguß haben sich Unterschiede nicht ergeben. Beim Dauerschlagversuch gleichen sich die Abnahmen und Zunahmen der Schlagzahlen, die bei den einzelnen Versuchsreihen ermittelt wurden, aus, Abb. 4. Bei einwandfreien Proben ist ein regelmäßiger Anstieg der Schlagzahl zu beobachten.

### Metallographische Prüfung.

Abb. 5 bis 8 zeigen die Schliffbilder (Versuchsreihe 1, feuchter Sandguß) eines normalen Rotgußgefüges, nämlich unhomogene Alpha-Mischkristalle neben geringen Mengen Alpha + Gamma-Eutektikum. Die Dendriten sind je nach der Abkühlungsgeschwindigkeit des Probestabes mehr oder

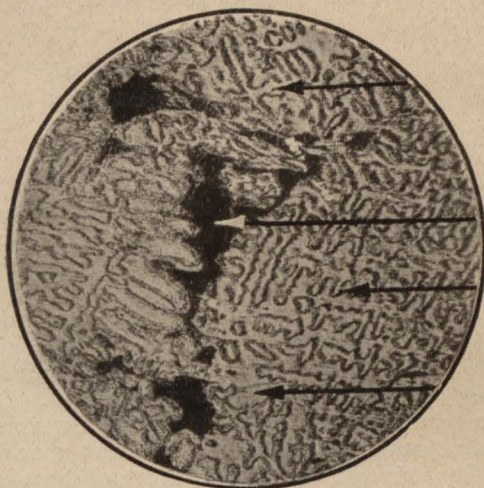


Abb. 13. Rotguß mit Hohlräumen, lineare Vergr. = 215.  
Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferreiche Zonen.

Zweiter „ : Hohlräume.

Dritter „ : Unhomogene Alpha-Mischkristalle, kupferarme Zonen.

Unterer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.  
Geätzt mit Ammoniak-Wattebäusch.

weniger grob. Demgemäß zeigen die in Kokillen erstarrten Proben der vierten Versuchsreihe sehr feindendritisches Gefüge, Abb. 9. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht jedoch zwischen Sand- und Kokillenguß nicht. Gefügebestandteile, die auf den Bleizusatz zurückgeführt werden könnten, sind in den geätzten Proben der ersten bis vierten Versuchsreihe nicht nachweisbar. Auch bei Anwendung 700facher Vergrößerung wird das Ergebnis bestätigt, daß bei Bleigehalten bis 6 vH Bleieinschlüsse nicht oder nur in Spuren auftreten. Abb. 10 entspricht bleifreiem Rotguß (ungeätzt), während Abb. 11 und 12 die Schliffbilder von ungeätzten Rotguß mit 10 und 20 vH Bleigehalt zeigen. Größere Bleiausscheidungen treten demnach erst bei etwa 10 vH Blei auf. Bei der Probe mit 20 vH Blei

betragen sie etwa 8 Flächen-Hundertteile, entsprechend 12 Gewichts-Hundertteilen ausgelegerten Bleis; demnach sind etwa 8 vH Blei in fester Lösung aufgenommen worden. Die gleichen mikroskopischen Ergebnisse zeigte auch eine von einer Behörde zur Untersuchung eingesandte Probe mit 5 vH Blei. Das Schliffbild wies Bleiausscheidungen nur in Spuren, nämlich etwa 0,4 Flächen-Hundertteile auf:

Durch kürzeres oder längeres Ausglühen bei Temperaturen unter- und oberhalb der Umwandlungslinie bei 480° konnte ein wesentlicher Einfluß auf die Art und Menge der Gefügebestandteile nicht festgestellt werden. Abschrecken oberhalb der Umwandlungslinie (etwa 700°) blieb ebenfalls ohne Einfluß. Daher muß angenommen werden, daß das Blei vom Rotguß mindestens bis zu einem Gehalt von etwa 6 bis 8 vH in fester Lösung aufgenommen wird. Die Bleiausscheidungen treten zumeist in einer Form auf, die man bei flüchtiger Beobachtung für Hohlräume ansehen könnte. Vergleicht man die Schliffbilder mit Proben, die nachweislich Hohlräume enthalten, so kann man wirkliche Hohlräume und Poren leicht daran erkennen, daß sie infolge der Dendritenstruktur zackig ausgebildet sind, Abb. 13. Ferner können die Bleieinschlüsse daran erkannt werden, daß sie nach dem Ätzen mit einer Lösung von 10 vH Ammonium-Persulfat in Wasser eine weißblaue Färbung (vergüßmeinnichtblau) annehmen, was bei Hohlräumen nicht der Fall ist.

### Schlußfolgerungen.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß mit steigendem Bleigehalt bis zu 6 vH eine nachteilige Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften der Rotgußlegierung nicht nachgewiesen werden konnte. Die Versuche führten aber auch in anderer Hinsicht noch zu sehr wertvollen Ergebnissen technologischer Art.

1. Die Bearbeitbarkeit des Rotgusses wird mit steigendem Bleigehalt wesentlich verbessert, ein Umstand, der für die Betriebswerkstatt insofern von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist, als hierdurch eine Ersparnis an Arbeitslöhnen und eine höhere Leistungsfähigkeit in Werkstätten erzielt werden kann.
2. Die gießtechnischen Eigenschaften werden durch den Bleizusatz günstig beeinflusst. Das Metall braucht nicht in dem Maße erhitzt zu werden, wie dies beim bleifreien Rotguß erforderlich ist.
3. Gießbarkeit und Dünnflüssigkeit nehmen erheblich zu, so daß die Genauigkeit der Gußstücke erhöht werden kann.

Vom technisch-wirtschaftlichen Standpunkt aus dürfte daher eine allgemeine Auswertung dieser Versuchsergebnisse von Bedeutung sein. Die angeführten Tatsachen erklären auch, warum der größte Teil der Industrie auf einen Bleizusatz von mehreren Hundertteilen im Rotguß so großen Wert legt.