

Der Einfluß des Arsens im Rotguß.

Von J. Czochralski, Frankfurt a. M.

Der Verfasser berichtet im Anschluß an seine Arbeiten im Aprilheft S. 171/76 und Juniheft S. 276/81 über die Untersuchung des Einflusses von Zusätzen bis zu 2 vH Arsen auf die Zerreißfestigkeit, Dehnung, Härte und Schlagfestigkeit bleifreien und bleihaltigen Rotgusses. Durch einen Arsengehalt bis zu 0,3 vH bei 5 vH. Bleigehalt werden die Quetschgrenze und Gießbarkeit des Rotgusses günstig beeinflußt.

Im Anschluß an die Untersuchungen von blei- und antimonhaltigem Rotguß¹⁾ wurden die Versuche auch auf arsenhaltigen Rotguß ausgedehnt. Ein Arsengehalt von einigen Zehntel Prozenten soll ähnlich wie Antimon die Sprödigkeit der Bronze stark erhöhen. Die Sollzusammensetzung der Legierung war wieder mit 86 vH Kupfer, 9 vH Zinn und 5 vH Zink angenommen worden. Der Arsenzusatz erfolgte bei allen Versuchen auf Kosten der drei Bestandteile Kupfer, Zinn und Zink. Es wurden mit dieser Legierung zwei Versuchsreihen ausgeführt, und zwar:

Reihe 1 mit 0 bis 2 vH Arsen + 0 vH Blei,
Reihe 2 mit 0 bis 2 vH Arsen + 5 vH Blei.

Bei Reihe 1 sollte der Einfluß des Arsengehaltes allein, bei Reihe 2 der Einfluß eines zusätzlichen Bleigehaltes von 5 vH ermittelt

¹⁾ Vgl. Z. f. Metallk. Aprilheft 1921, S. 171/76, Juniheft S. 276/81.

werden. Ein Bleizusatz bis 5 vH hatte sich bei Rotguß ohne Arsen als unschädlich erwiesen. Die Stäbe wurden für zwei Versuchsreihen in trockenem Sande vergossen und nach Abdrehen der Gußhaut geprüft. Die bearbeiteten Stäbe hatten 16 mm Dmr. Stäbe mit Gußhaut wurden nicht geprüft, da nach früheren Untersuchungen die Gußhaut die Werte nur unwesentlich beeinflußt. In der Zahlentafel und in Abb. 1 bis 8 sind die Versuchsergebnisse zusammengestellt. Die Prüfung erstreckte sich auf die chemische, mechanische und metallographische Untersuchung. Die mechanische Prüfung wurde auf Zerreißversuche, Härte, Torsion und Dauererschlagversuche ausgedehnt.

Zerreißversuche.

Die Festigkeit stieg bei der ersten Versuchsreihe (Versuch 1 bis 5 ohne Blei mit 0 vH bis 2 vH Arsen) bis etwa 0,3 vH Arsen etwas an und ging bei ungefähr 1 vH Arsen auf den

Zahlentafel. Mechanische und metallographische Untersuchung von Rotguß

Versuchsreihe	Versuchs-Nr.	Art des Gusses	Chemische Zusammensetzung					Mechanische	
			* Analysenwerte					Zerreißfestigkeit	Dehnung
			vH						
			Cu	Sn	Zn	As	Pb	kg/mm²	vH
1	1	Trockener Sandguß 18 mm Dmr. 200 mm Länge	Rest	*8,75	*5,22	0	0	20,5	5,4
	2		Rest		0,3	0	23,5	5,8	
	3		desgl.		*0,36	0	21,2	3,3	
	4		desgl.		0,85	0	20,0	2,5	
	5		desgl.		2,18	0	20,3	2,5	
2	6	desgl.	Rest	*8,48	*4,54	0	*4,85	20,0	5,8
	7		Rest		0,3	5	22,5	6,0	
	8		desgl.		*0,43	5	19,8	3,0	
	9		desgl.		*0,8	5	21,5	3,5†	
	10		desgl.		1,60	5	18,7	2,5	

† am Ende der Meßlänge gebrochen.

Ursprungswert zurück, der bis zu einem Gehalt von 2 vH unverändert blieb. Die Dehnung betrug bis 0,3 vH Arsen etwa 5 vH und fiel alsdann mit steigendem Arsengehalt ziemlich steil ab. Bei den Stäben der zweiten Versuchsreihe (Versuch 6 bis 10 mit 5 vH Bleizusatz und 0 vH bis 2 vH Arsen) nahm die Festigkeit mit steigendem Arsengehalt bis 0,3 vH ebenfalls etwas zu und ging dann von 0,5 vH Arsen an etwa auf den Anfangswert zurück. Die Dehnung hingegen blieb bis 0,3 vH Arsen annähernd unverändert und sank bei 1 vH auf etwa die Hälfte des ursprünglichen Wertes.

Härte.

Bei den bleifreien Proben mit 0 vH bis 2 vH Arsen stieg die Härte mit zunehmendem Arsengehalt anfänglich langsam und verlief von 1 vH ab etwas steiler. Die Härte der zweiten Versuchsreihe mit 5 vH Bleigehalt stieg, nach einer geringen Abnahme bei 0,3 vH Arsen, bis zu 1 vH und fiel alsdann etwas ab, ohne unter den Anfangswert zu sinken.

Torsionsversuch.

Bei der ersten Versuchsreihe nahm der Torsionswinkel bis 0,3 vH Arsen zu und fiel dann mit steigendem Arsengehalt. Erst bei ungefähr 2 vH Arsen wurde der ursprüngliche Wert annähernd wieder erreicht.

Die Versuchsreihe mit 5 vH Bleigehalt zeigte anfänglich eine Abnahme des Torsionswinkels, der bei 0,5 vH Arsen wieder etwas anstieg und etwa den gleichen Wert bis gegen 2 vH Arsengehalt beibehielt. Der Anfangswert dieser Kurve liegt indes unverhältnismäßig hoch und muß als ein Zufallswert angesehen werden. Auf diese Weise wird ein anfänglicher Abfall der Torsionszahl vorgetäuscht, während dies in Wirklichkeit auf den zufällig hohen Anfangswert zurückzuführen ist. Der Sollwert liegt gemäß früherer Prüfungsergebnisse zwischen 300 und 400°.

Dauerschlagversuch.

Während bei der Versuchsreihe ohne Bleizusatz ein geringer Arsengehalt von 0,3 vH die Schlagzahl bereits stark verminderte (die Kurve stieg später etwas an), stieg bei der zweiten Versuchsreihe mit 5 vH Blei die Schlagzahl anfänglich etwas an und ging bei 0,5 vH Arsen stark zurück. Die Anfangswerte bei Versuch 1 liegen unverhältnismäßig hoch. Die normale Schlagzahl liegt für arsenfreien Rotguß etwa zwischen 300 und 400°. Diese Zahl wird aber bei einem Arsengehalt von 0,3 vH noch überschritten. Der Einfluß auf die Schlagzahl macht sich also erst bei einem Arsengehalt über 0,3 vH nachteilig bemerkbar. Infolge der Ungleichmäßigkeit der Werte der ersten Versuchsreihe wurde noch eine weitere

(80 vH Cu, 9 vH Sn, 5 vH Zn mit 0 bis 2 vH As bei 0 und 5 vH Pb).

Untersuchung			Abmessungen der Proben		Metallographische Untersuchung Flächen (Hundertteile) der Gefügearten				
Härte (P = 500 kg) kg/mm ²	Torsion in °	Schlag- zahl (12,5 cmkg)	Zerreiß- Stab Dmr. mm	Torsions- mm	Unhomogene Alpha-Misch- kristalle vH	Alpha + Gamma- Eutektikum vH	Pb-Aus- scheidungen vH	Korn- größe Dmr. mm	Abbil- dung Nr.
73	210	{ 1600 2155	16	Dmr. 16 Länge 120	97	3	—	2,3	—
73	640	{ 120 50			95	5	—	< 0,1	—
71 bis 75	720	{ 84 33			93	7	—	1,7	—
73 „ 75	340	{ 18 25			92	8	—	< 0,1	—
81 „ 86	220	{ 299 680 275			91	9	—	1,6	—
67	580	310	16	Dmr. 16 Länge 120	96	1	3	1,2	9
65	405	1045			95	2	3	1,0	—
67	500	88			93	4	3	1,5	—
75	520	20			91	6	3	0,7	—
69	490	20			89	8	3	1,2	10

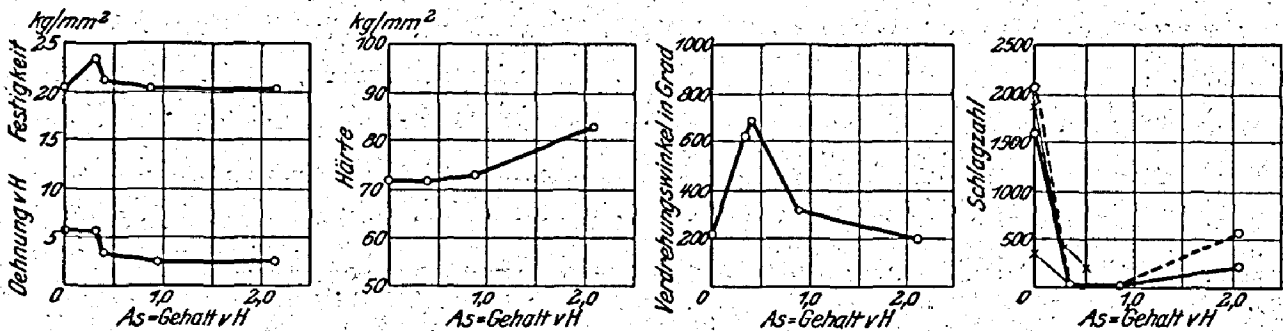


Abb. 1 bis 4. Ergebnisse der mechanischen Prüfung bei 0 vH Bleigehalt (Versuchsreihe 1).

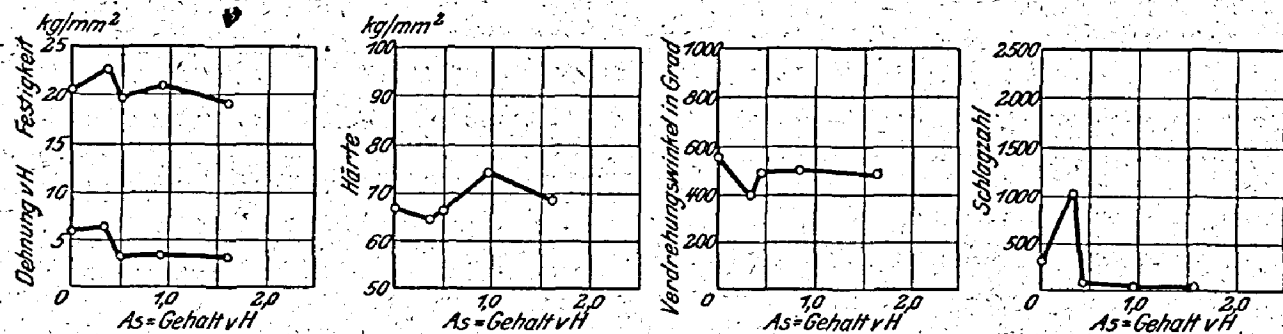


Abb. 5 bis 8. Ergebnisse der mechanischen Prüfung bei 5 vH Bleigehalt (Versuchsreihe 2).

Reihe von Versuchen ohne Bleizusatz vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in dem Schaubild mit schwachen Linien eingetragen. Sie bestätigen im großen und ganzen die ersten Versuchsergebnisse. Auch bei diesen Versuchsreihen liegen die Anfangspunkte in zwei von drei Fällen ungewöhnlich hoch.

Ergebnisse der mechanischen Prüfung.

Aus den Versuchsergebnissen geht hervor, daß die Festigkeit bis 0,3 vH Arsengehalt etwas zunimmt, während die Dehnung bei diesem Gehalt noch nicht nachteilig beeinflusst wird. Bei einem Arsengehalt über 0,3 vH geht die Dehnung um etwa 50 vH, die Festigkeit um etwa 10 vH mit steigendem Arsengehalt zurück. Die Härte steigt bei bleifreien Proben mit zunehmendem Arsengehalt um etwa 20 vH an. Bei den Proben mit 5 vH Bleigehalt konnte ebenfalls ein Härteanstieg bis etwa 1 vH Arsen festgestellt werden.

Während die Torsionswerte der bleifreien Proben anfänglich bis zu etwa 0,3 Arsen etwas zunehmen und dann schnell abnehmen, bleiben die Werte der bleihaltigen Proben mit steigendem Arsengehalt ziemlich unverändert. Dies hat seinen Grund in den zufällig ungewöhnlich hohen Anfangswerten der Kurven. Aber auch oberhalb eines Arsengehaltes von 0,3 vH wird die Torsionszahl besonders bei bleifreiem Rotguß nicht allzu erheblich beeinflusst.

Die Dauerschlagversuche zeigen, daß bei den bleifreien Proben durch einen geringen Arsenszusatz eine starke Abnahme der Schlagzahl hervorgerufen wird. Bei den Proben mit Bleizusatz ist anfänglich ein geringer Anstieg der Schlagzahl zu verzeichnen, die von 0,3 vH Arsengehalt an stark abnimmt. Die Schlag-

zahl entspricht noch bis etwa 0,3 vH Arsen den normalen Werten. Die schroffe Abnahme der Kurven hat auch hier ihren Grund in den ungewöhnlich hohen Anfangswerten.

Metallographische Prüfung.

Abb. 9 gibt das Schliffbild der bleireichen Legierung, Probe 6 der Versuchsreihe 2 mit 4,85 vH Blei ohne Arsen, wieder. Das Gefüge ist das des üblichen Rotgusses, nämlich unhomogene Alpha-Mischkristalle + Alpha-Gamma-Eutektikum nebst Gefügebestandteilen, die auf den Bleizusatz zurückzuführen sind.

Abb. 10 zeigt das Gefüge der Probe 10 der Versuchsreihe 2 mit ungefähr 2 vH Arsengehalt. Das Gefüge ist ähnlich demjenigen der arsenfreien Legierung. Gefügebestandteile, die auf Arsen zurückgeführt werden könnten, sind nicht vorhanden. Es muß daher angenommen werden, daß sich das Arsen nicht frei ausscheidet, sondern neben Zinn und Kupfer im Eutektikum vorhanden ist. Demnach kommt der Einfluß des Arsengehaltes einem erhöhten Zinnzusatz gleich, fraglos wird aber auch ein bestimmter Teil des Arsens von den Alpha-Kristallen aufgenommen. Bei bleifreiem Rotguß gilt hinsichtlich des Gefügebauens das Gleiche.

Schlußfolgerungen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß bei einem Arsengehalt unter 0,3 vH eine nachteilige Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften von Rotguß nicht eintritt. Auch bei bleireichem Rotguß mit 5 vH Bleigehalt übt ein Arsengehalt von weniger als 0,3 vH keinen schädlichen Einfluß auf die Legierung aus.

Die Bearbeitbarkeit des Rotgusses wird durch Arsenszusatz nicht herabgesetzt. Gewinde

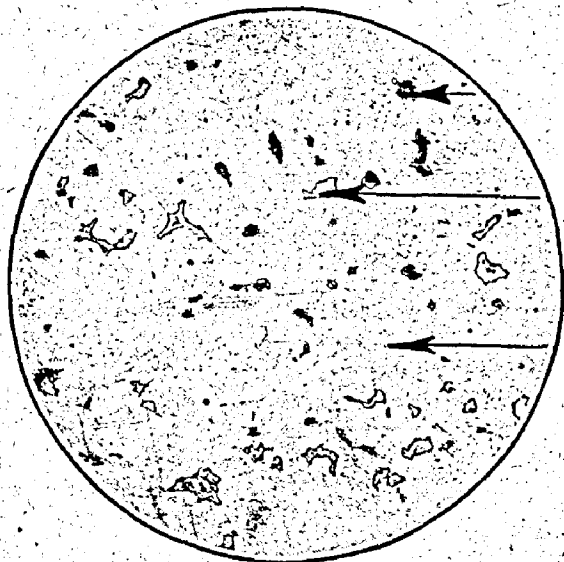


Abb. 9. Rotguß mit 4,85 vH Blei + 0 vH Arsen
(trockener Sandguß, Versuch 6),
lineare Vergr. = 215.

Oberer Pfeil: Blei-Ausscheidung.
Mittlerer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.
Unterer „ : Unhomogene Alpha-Mischkristalle.

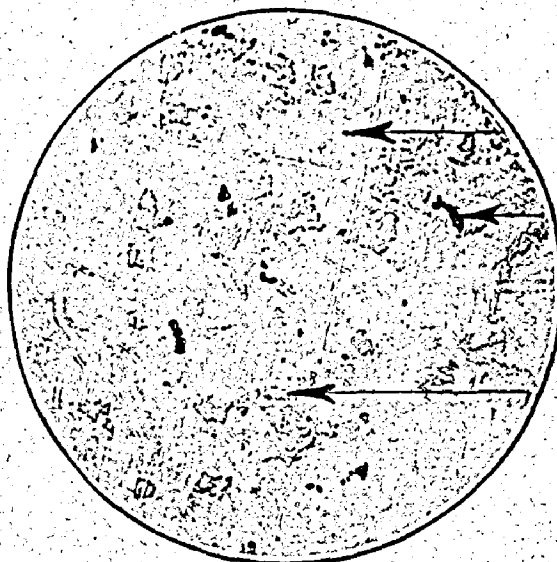


Abb. 10. Rotguß mit 5 vH Blei + 2 vH Arsen
(trockener Sandguß, Versuch 10),
lineare Vergr. = 215.

Oberer Pfeil: Unhomogene Alpha-Mischkristalle.
Mittlerer „ : Alpha + Gamma-Eutektikum.
Unterer „ : Blei-Ausscheidung.

läßt sich bei arsenhaltigen Legierungen ebenso sauber anschneiden wie bei arsenfreiem Rotguß. Die Gießbarkeit wird durch Arsensatz nicht beeinträchtigt. Die Legierung ist dünnflüssig und füllt die Formen gut aus.

Auch E. Heyn ist bei seinen Untersuchungen über arsenhaltigen Rotguß²⁾ hinsichtlich der Festigkeit zu den gleichen Ergebnissen gelangt, wenn auch seine Werte ganz allgemein etwas tiefer liegen, als die dem Bericht zugrunde liegenden Zahlen. Auch er stellt neben der Erhöhung der Quetschgrenze eine Verbesserung der Gießbarkeit fest. Eine umfangreiche Untersuchung über das gleiche Thema ist von R. T. Rolfe: The influence of Sb and As upon admiralty gun-metal³⁾ durchge-

²⁾ Mitt. Materialpr.-Amt 1911, S. 92.

³⁾ Vgl. Engineering vom 19. Nov. und 3. Dez. 1920; Z. f. Metallk. Juliheft 1921, S. 330/31.

führt worden; sie betrifft aber Kanonenbronze mit etwa 11 vH Zinn und 1 vH Zink.

Die Werte können also nicht unmittelbar übertragen werden. Im großen und ganzen stimmen aber die Ergebnisse mit den dem Bericht zugrunde liegenden Zahlen überein. Die kritische Grenze für den Arsengehalt ist in dieser Arbeit ebenfalls mit 0,3 vH festgesetzt. Es sei noch an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die angeführte Arbeit von Rolfe sich auch auf den Antimongehalt der Legierung bezieht. Hier wurde die kritische Grenze um einige Zehntel Prozent höher angegeben, und zwar 0,7 vH statt 0,3 vH bei einer früheren Arbeit des Verfassers⁴⁾. Eine Erhöhung des jetzt üblichen Arsengehaltes dürfte in den festgelegten Grenzen bis 0,3 vH Arsen erwünscht erscheinen.

[605]

⁴⁾ Vgl. Z. f. Metallk. Juni 1921, S. 276/81.

Die Massenherstellung kleiner Messingwaren beschreibt in anschaulicher Weise „The Foundry“ vom 15. Juni 1921 am Beispiel der Gießerei der Yale & Towne Mfg. Co., Stamford, Conn. In dieser Gießerei können trotz sehr großer Erzeugungsmengen selbsttätige und ununterbrochene Arbeitsverfahren nicht benutzt werden, da die Anzahl der abzugießenden Stücke ganz außerordentlich schwankt, namentlich in Grenzen von 2 bis 50 000. Dabei werden jährlich etwa 40 000 verschiedene Modelle benutzt. Jeder Former hat einen Helfer zum Verrichten der Nebenarbeiten und zum Herbei- und Forttragen der Formen. Zu je zwei Formern gehört noch ein dritter Hilfsarbeiter, der die Formen ausklopft, die Gußstücke entfernt und die leeren Formkästen wieder aufbaut. Die Formern werden sorgfältig aus den Hilfsarbeitern ausgewählt und besonders ausgebildet. Zum Entfernen der Kerne aus den fertigen Stücken hat man mit Erfolg Preßluft-Werkzeuge benutzt. Ein Former erledigt ungefähr

20 Formen in einer Stunde, d. s. etwa 180 Formen am Tag oder, da die Form 16 Gußstücke enthält, täglich etwa insgesamt 2880 Gußstücke. Die Schmelzöfen werden mit Öl gefeuert. Doch werden zurzeit Versuche mit elektrischen Öfen durchgeführt. Diese Versuche haben bereits nach einiger Zeit gezeigt, daß der elektrische Ofen bedeutend wirtschaftlicher arbeitet als der mit Öl gefeuerte Ofen. Es werden als Ersparnis beim einmaligen Schmelzen und unmittelbarem Vergießen des Materials in die Formen 38 vH, beim zweimaligen Schmelzen (Gießen in Blöcke und Umschmelzen) 70 vH gegenüber der Ölfeuerung angegehen. Der amerikanische Verfasser spricht sich dahin aus, daß der elektrische Ofen als Schmelzofen für Metalle und Legierungen in Amerika rasch die anderen Öfen verdrängen wird, was ja durch die fortgesetzt steigende Zahl elektrischer Öfen in der metallverarbeitenden Industrie Nordamerikas bestätigt zu werden scheint.

[718]