

dünner Blättchen, die aber von den Farben in der Natur sehr erheblich abweichen.

Auf theoretischem Gebiet sind die Untersuchungen von Gae diecke (Photogr. Wochenschr.) über die in Thiosulfatlösung entstehenden komplexen Silbersalze zu erwähnen. Lüppo Cramer¹²⁾ fand, daß Silberjodid- und Merkurojodidemulsionen den sichtbaren und entwicklungsfähigen Lichteindruck in kurzer Zeit verlieren; das Zurückgehen wird durch Befeuchten beschleunigt. Für Silberjodid ist das allerdings lange bekannt, was aber von Cramer nicht zitiert wird. In einer weitern Abhandlung behandelt derselbe Verfasser die ebenfalls lang bekannte Einwirkung der verschiedenen Kolloide auf das Ausfallen der suspendierten Teilchen, ohne G. Quinkes seit zwei Jahren in den Ann. d. Phys. erscheinende Abhandlungen zu beachten. Schlimmer ist es für ihn, daß er¹³⁾ über bindemittelfreies AgBr schreibend, die von Luther längst erwiesene leichtere Reduzierbarkeit der belichteten Teile durch passend abgestimmte Entwickler behandelt, wobei er Luther und Schaum, der auf dem Berliner Kongreß in seinem Referat dieses Themas eingehend behandelte, entsprechend zu nennen vergaß.

Einen wichtigen Anfang neuer Auffassung macht eine Abhandlung von J. v. Tugolessow¹⁴⁾. Er findet, daß Silberhaloide in Sauerstoff lichtempfindlicher sind, daß AgCl beim Belichten eine Gewichtszunahme erfährt, und nimmt die Bildung eines sehr unbeständigen Oxychlorids an, das leicht unter Bildung von Ag₂Cl und Ag zerfalle. Die Ergebnisse stehen z. T. in Widerspruch mit älteren Angaben; über dasselbe Thema liegt seit langem eine Arbeit von Schaum und Braun vor, nach deren Erscheinen wir auf v. Tugolessow zurückzukommen haben werden.

Über Manganbronze ✓ und über die Synthese magnetisierbarer Legierungen aus unmagnetischen Metallen^{1).}

Von FR. HEUSLER.

(Vorgetragen in der Sitzung des Rheinischen Bezirksvereins am 9./1. 1904.)
(Eingeg. d. 12./1. 1904.)

Die im Jahre 1876 auf der Isabellenhütte bei Dillenburg begonnene Herstellung von technisch eisenfreiem Manganmetall bezweckte

¹²⁾ Lüppo Cramer, Photogr. Korr. Sept. 1903.

¹³⁾ Lüppo Cramer, Photogr. Korr. Okt. 1903.

¹⁴⁾ v. Tugolessow, Photogr. Korr. 544, Sept. 1903.

¹⁾ Auszug aus einem im Verein zur Förderung des Gewerbefleißes am 7./12. 1903 gehaltenen Vortrag. (Verh. Ver. Beförd. d. Gewerbefleiß. 1903, 277.)

zunächst die Verbesserung des Bronzegusses. Bekanntlich absorbiert das Kupfer beim Schmelzen Sauerstoff, und die schädliche Einwirkung des dabei entstehenden Kupferoxyduls auf die Qualität der Bronze ist uns heute nicht nur praktisch geläufig, sondern auch wissenschaftlich durch die ausgezeichneten Untersuchungen Heyns²⁾ geklärt. Man begegnet dem Übelstand durch Zusatz von Phosphor, der meist als Phosphorkupfer eingeführt wird. Das Kupferoxydul wird bei genügendem Phosphorzusatz beseitigt, aber ein zu hoher Phosphorzusatz wirkt schädlich, indem die Dehnung der Bronze abnimmt, und dieselbe sogar direkt spröde werden kann. Die sogenannte Phosphorbronze ist daher am besten, wenn sie keinen Phosphor, aber auch keinen Sauerstoff mehr enthält; es ist klar, daß dieser Punkt in praxi kaum jemals genau getroffen werden dürfte. In steigendem Maße wird deshalb an Stelle des Phosphorkupfers das 30% Mn enthaltende Mangankupfer oder das unten erwähnte Manganzinn als reduzierender Zusatz beim Bronzeguß benutzt. Dabei schadet ein Zuviel an Mangan nicht; denn das Mangan ist kein Metalloid wie der Phosphor. Entsprechend dem Vorschlag von C. Heusler³⁾ bezeichnet man diese schwach manganhaltigen Kupferzinnbronzen als gewöhnliche Manganbronzen, auch wenn sie noch Zink oder andere Zutände enthalten.

Viel wichtiger ist die Reduktion mit Mangankupfer, wenn es sich um die Herstellung walzbarer und schmiedbarer Kupferlegierungen handelt. Es ist bekannt, wie schwierig ein dichter und dabei walzbarer Guß bei Nickelkupfer, bezw. Neusilber zu erzielen ist. Ein Phosphorzusatz ist bei Walzprodukten ausgeschlossen; man benutzt aber seit langer Zeit Mangankupfer, zuweilen auch Mangannickel. Umfangreicher ist die Verwendung des Mangankupfers bei der Fabrikation der schmiedbaren, aus rund 40% Zink und 60% Kupfer bestehenden Messingsorten, welche unter dem Namen Deltametall, Duranamettal, Westfaliabronze, Vulkanbronze usw. vertrieben werden. Auch hierbei haben sich reduzierende Zusätze als zweckmäßig erwiesen; der Zusatz an Mangankupfer erfolgt in solchen Mengen, daß das fertige Fabrikat bis zu 2% und mehr Mangan enthält (Mangan-messing).

Das Mangan hat aber nicht nur als reduzierender Zusatz Bedeutung, sondern spielt auch in einer ganzen Reihe wertvoller Le-

²⁾ Heyn, Mitt. a. d. K. Techn. Versuchsanst. 1900, 315.

³⁾ C. Heusler, Verh. Ver. Beförd. d. Gewerbefl. 7/3. 1881.

gierungen als konstituierender Bestandteil eine Rolle. Unter den walz- und schmiedbaren Legierungen, welche aus Mangan und Kupfer allein bestehen, und welche man nach C. Heusler als reine Manganbronzen bezeichnet, hat in erster Linie ein ca. 4—6% Mangan enthaltendes Mangankupfer als Stehbolzenmaterial der Lokomotiven im Laufe der letzten 18 Jahre steigende Verwendung gefunden. Das als Stehbolzenmaterial in Europa verwendete Rundkupfer gibt zu zahllosen Reparaturen Anlaß, indem die Stehbolzen — und zwar in gesteigertem Maße seit Einführung hoher Dampfspannungen — reißen. Die erfahrungsmäßig feststehende größere Haltbarkeit der Manganbronze stehbolzen beruht, wie Untersuchungen Rudeloffs⁴⁾ lehren, auf dem Umstand, daß die Manganbronze bei 200°, der ungefähren Temperatur der Feuerbüchse, die gleiche Festigkeit besitzt, wie bei Zimmertemperatur, während die Festigkeit des Kupfers bei dieser Temperatur bereits stark abnimmt. Die Festigkeitseigenschaften beider Materialien — gewalzt in üblicher Stehbolzenqualität — sind in folgender Tabelle vergleichend zusammengestellt:

	K u p f e r				R e i n e M a n g a n b r o n z e					
	15°	100°	200°	300°	400°	15°	100°	200°	300°	400°
Festigkeit σ_B kg/qmm	23,7	21,0	17,5	15,7	9,7	35,9	35,6	35,7	33,5	25,9
Dehnung % auf 90 mm	41,6	45,2	44,8	40,1	28,4	40,0	32,4	36,5	37,1	23,7

In England finden manganreichere reine Manganbronzen umfangreiche Verwendung, und zwar anscheinend bei der Marine. Derartige zwölf und mehr Prozente Mangan enthaltende Legierungen haben bereits eine graue Farbe und in gewalztem, bezw. geschmiedetem Zustand bei großer Härte

eine Festigkeit von 40—52 kg/qmm,
eine Dehnung von 25—8%.

Bereits im Jahre 1893 hat Rudeloff in seiner erwähnten Abhandlung nachgewiesen, daß auch diese Bronze bei Temperaturen bis etwa 350° dieselbe Festigkeit hat, wie bei Zimmertemperatur.

Es liegt auf der Hand, daß ein Material von den geschilderten Eigenschaften der reinen gewalzten Manganbronzen auch für zahlreiche andere Konstruktionsteile, zumal solche, welche höheren Temperaturen ausgesetzt sind, benutzt werden kann, zumal, da diese Bronzen sich auch schmieden und stanzen lassen.

Wenn hiernach gewalzte oder geschmiedete Bronzeteile schon lange hergestellt werden

konnten, welche auch in überhitztem Dampf ohne Bedenken Verwendung finden durften, fehlte es, wie bekannt, bisher an Gußbronzen, die eine solche hohe Temperatur ertragen konnten. Dieses Problem ist aber neuerdings von mir auf einem eigenartigen Umweg gelöst worden; bevor ich indes darauf eingehe, wende ich mich noch zu einem anderen Verwendungsgebiet, auf welchem ebenfalls die Mangankupferlegierungen praktische Bedeutung gewonnen haben.

Das unter dem Namen Manganin⁵⁾ seit etwa 15 Jahren auf Veranlassung der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Dillenburg fabrizierte Mangannickelkupfer hat einen spezifischen Widerstand von ca. 43 Mikrohm, einen Temperaturkoeffizienten = + 0,00001 und eine außerordentlich kleine Thermokraft gegen Kupfer. Der letzteren Eigenschaft verdankt das Manganin es wohl in erster Linie, wenn es beim Baue elektrischer Meßinstrumente und Nebenschlußwiderstände allmählich als Normalmaterial Eingang gefunden hat. Denn man hat nachträglich auch noch andere Legierungen mit geringem Temperaturkoeffizienten aufgefunden, aber dieselben haben eine beträchtliche Thermokraft gegen Kupfer.

Die alljährlich von der Reichsanstalt vorgenommenen und in deren Jahresberichten niedergelegten Kontrollmessungen haben dargetan, daß der Widerstandsbetrag und Temperaturkoeffizient von Manganindrahtspulen im Laufe der Jahre konstant geblieben sind. Diese Konstanz verdankt man dem von der Reichsanstalt ermittelten Verfahren der künstlichen Alterung der fertig gewickelten Spulen durch Erhitzen im Luftbad auf ca. 140°. Man darf demnach behaupten, daß die gesteigerte Genauigkeit der modernen elektrischen Meßinstrumente zu einem erheblichen Teil auf dem Manganin beruht.

Ich wende mich nunmehr zu den eigenartigen magnetischen Eigenschaften einer von mir in den letzten Jahren aufgefundenen Klasse von Manganlegierungen⁶⁾. Bekanntlich ist das metallische Mangan, gleichgültig, auf welchem Wege es hergestellt wurde, unmagnetisch; dasselbe gilt für Ferromangan, welches erhebliche Mengen Eisen enthalten

⁵⁾ D. R. W. Z. 57743 der Isabellenhütte, G. m. b. H., Dillenburg.

⁶⁾ D. R. P. 144584 der Isabellenhütte, G. m. b. H., in Dillenburg.

⁴⁾ Rudeloff, Mitteilungen aus den Kgl. techn. Versuchsanstalten 1893, 292; 1895, 29.

kann, ohne magnetisch zu sein; es ist ja bekannt, daß sogar der Manganstahl Hadfields, welcher 12% Mangan enthält, unmagnetisch ist. Auch die oben erwähnten Mangankupferlegierungen, das Manganin eingeschlossen, sind vollkommen unmagnetisch. Ich war daher erstaunt, bei Bearbeitung einer von mir hergestellten Legierung von Mangan und Zinn mit einem Werkzeug, dessen magnetische Eigenschaften mir unbekannt waren, die Legierung an diesem Magneten festhaften zu sehen. Mein Erstaunen wuchs, als eine Auflösung dieser Legierung in etwa der gleichen Gewichtsmenge Kupfer ebenfalls magnetische Eigenschaften zeigte und mit gleichem Erfolg auch durch Legieren von technisch eisenfreiem Mangankupfer mit Zinn hergestellt werden konnte. Man durfte hier nach erwarten, daß auch andere, an sich unmagnetische Metalle mit Mangan, und Mangankupfer zu magnetisierbaren Legierungen zusammentreten würden. In der Tat, als auf gutes Glück in Mangankupfer Aluminium eingeführt wurde, erwies sich diese Legierung als noch viel stärker magnetisierbar als die erstgenannten Erzeugnisse. Da bekannt war, daß Legierungen von Mangan mit anderen vierwertigen, dem Zinn im periodischen System nahestehenden Elementen, nämlich mit Kohlenstoff und Silicium, unmagnetisch sind, ergab sich nach der auffallenden Beobachtung am Aluminium die Notwendigkeit, andere dreiwertige Metalle mit dem Mangan zu legieren und diese Legierungen zu untersuchen.

Der Erfolg war ein überraschender. Die Metalle der Arsengruppe, das diamagnetische Wismut nicht ausgeschlossen, geben mit Mangan, und Mangankupfer magnetische Legierungen, auch Manganbor ist dieser Gruppe einzureihen.

Ich darf hier einschieben, daß die Einwirkung von Arsen und insbesondere Antimon auf Manganmetall der Isabellenhütte bereits bei so niederen Temperaturen erfolgt, daß sich hierauf folgender elegante Vorlesungsversuch begründen läßt: Man mengt 1 Teil Antimonpulver innig mit ca. 4 Teilen gepulverten Manganmetalls (oder hoch manganhaltigen Ferromangans). Das unmagnetische Gemenge wird in einem Reagierzylinder aus schwer schmelzbarem Glas so weit erhitzt, daß die ganze Masse glüht. Nach dem Erkalten klebt das Pulver wie Eisenpulver am Magneten.

Bemerkenswert ist, daß Phosphormangan unmagnetisch ist. Die Metalloide Kohlenstoff und Silicium geben also abweichend von dem ihnen nahestehenden Metall Zinn, und das Metalloid Phosphor gibt, abweichend von den

ihm nahestehenden Metallen Arsen, Antimon und Wismut, dem Mangan keine ferromagnetischen Eigenschaften, wenigstens nicht solche gleicher Größenordnung. Auch die übrigen leicht zugänglichen unmagnetischen Metalle haben bisher mit Mangan, und Mangankupfer magnetisierbare Legierungen nicht ergeben.

Nachdem somit das neu erschlossene Gebiet qualitativ umgrenzt war, handelte es sich darum, durch magnetische Messungen die Gesetzmäßigkeiten festzulegen, welche diese Erscheinungen beherrschen. Da über diese unter Leitung von Herrn Prof. F. Richarz in Greifswald und Marburg von den Herren Dr. W. Starck und Dr. E. Haupt ausgeführte Untersuchung anderenorts ausführlich berichtet worden ist¹⁾, so genügt es, an dieser Stelle die wichtigsten Resultate hervorzuheben. Es handelte sich bei den Manganaluminiumkupferlegierungen, welche schon qualitativ als die höchst magnetisierbaren Bronzen erkannt wurden, um die Ermittlung derjenigen Zusammensetzung, bei welcher das Maximum der Magnetisierung erreicht wird. Geht man bei der Herstellung dieser Legierungen von einer gleichmäßig zusammengesetzten Mangankupferlegierung, beispielsweise dem oben erwähnten 30%igen Mangankupfer der Isabellenhütte aus, so hängt die Magnetisierbarkeit der Manganaluminiumbronzen ab

1. von dem Aluminiumgehalt,
2. von dem Zustand der Legierung.

In letzterer Hinsicht mußten ungewöhnliche experimentelle Schwierigkeiten überwunden werden, ehe die Verhältnisse sich klar überschauen ließen. Die Legierungen befinden sich nämlich — und zwar um so mehr, je weniger Aluminium sie enthalten — unmittelbar nach dem Guß in einem Zustand labilen Gleichgewichts. Deshalb ergab die magnetische Prüfung der frisch gegossenen Proben zunächst Resultate, welche keine klare Gesetzmäßigkeit erkennen ließen. Es fand sich aber, daß man durch künstliche Alterung jede Legierung in die stabile, dem Maximum der Magnetisierung entsprechende Modifikation überführen kann. Die folgende Tabelle gibt die Magnetisierung derartiger bei 110° gealterter Manganaluminiumkupferproben:

Diese Resultate lassen keinen Zweifel, daß bei gleichem Mangangehalt die Magnetisierbarkeit mit steigendem Aluminiumgehalt zunimmt. Das Maximum für einen bestimmten Mangangehalt wird erreicht, wenn

¹⁾ Ber. physikal. Ges. 5, 219, 220 (1903). Schriften der Gesellschaft z. Bef. d. gesamten Naturwissenschaften zu Marburg 13 (1904).

Guß Nr.	A n a l y s e $\%$	Atom- verhältnis Mn : Al	Wärmestufe	δ				Beob- achter
				20	40	100	150	
34	{ 28,1 Mn 3,6 Al }	3 : 0,8						unmagnetisierbar
35	{ 27,7 Mn 5,7 Al }	3 : 1,25	Vor der Messung					etwas stärker magnetisierbar als Nr. 34
36	{ 25,9 Mn 9,6 Al }	3 : 2,25	zwei Tage in siedendem Toluol	2220	2670	3200	3470	Haupt
32	{ 26,5 Mn 14,6 Al }	3 : 3,2	erhitzt	4500	4850	5380	5550	
33	{ 24,4 Mn 13,8 Al }	3 : 3,4		3580	4075	4645	4900	

der Aluminiumgehalt rund die Hälfte des Mangangehalts beträgt, mit anderen Worten, wenn die Legierung auf ein Atom Mangan ein Atom Aluminium enthält.

Dieses Resultat gewinnt an Interesse, wenn man sich vergegenwärtigt, daß nach den Untersuchungen von G. Wiedemann, Quineke, du Bois und anderen⁸⁾ wässerige Mangansalzlösungen ebenso stark oder sogar stärker magnetische Eigenschaften besitzen, wie Eisensalzlösungen. Bekanntlich ist das magnetische Moment der in verschiedenen Lösungsmitteln gelösten Salze ihrer in der Volumeneinheit enthaltenen Gewichtsmenge proportional, und der Molekularmagnetismus analog zusammengesetzter Salze desselben Metalls mit verschiedenen Säuren ist nahezu der gleiche. Die molekulare Suszeptibilität beträgt nach Liebknecht und Wills für

Chrominitrat 0,00629

Manganonitrat 0,01536 Manganosulfat 0,01514

Ferrinitrat 0,01352 Ferrisulfat 0,01514

Ferrojodid 0,01282

Kobaltonitrat 0,01052

Nickelonitrat 0,00443

Cuprinitrat 0,00163

Es ergibt sich also hier eine unerwartete Analogie gewisser Manganlegierungen mit den Mangansalzlösungen. Diese Analogie macht es auch erklärlich, daß mit abnehmendem Mangangehalt die Magnetisierbarkeit der Manganaluminiumbronzen abnimmt, so zwar, daß Legierungen, welche weniger als 10% Mangan und 5% Aluminium enthalten, praktisch als unmagnetisch zu bezeichnen sind.

Die magnetischen Eigenschaften von Manganaluminiumbronzen bleiben auch dann erhalten, wenn man in dieselben noch andere an und für sich unmagnetische Metalle einführt. Es kann hierdurch sogar eine Steigerung der Magnetisierbarkeit erzielt werden,

und schon aus diesem Grunde soll auf einen derartigen Fall etwas näher eingegangen werden, bei welchem Mangankupfer von verschiedenem Mangangehalt mit wenig Blei und außerdem mit so viel Aluminium legiert wurde, daß auf ein Atom Mangan ein Atom Aluminium kam. Die folgende Tabelle läßt die interessante Tatsache erkennen, daß Guß P₁₀ bei größeren Feldstärken etwa $\frac{2}{3}$ der Magnetisierbarkeit des Gußeisens besitzt, bei geringen Feldstärken aber die Magnetisierung dieses Materials erreicht oder gar übertrifft.

Guß Nr.	Mangangehalt	$\delta = 20$	$\delta = 40$	$\delta = 100$	$\delta = 150$
P ₁₀	24,1	4800	5500	6050	6480
M ₈	20,7	3050	3550	4200	4600
P ₆	16,1	650	950	1400	1800

Die Einführung des Bleis in diese Legierungen setzt die Lage der Umwandlungspunkte, jenseits welcher die Bronzen unmagnetisch sind, sehr stark herunter. Was die Lage dieser Punkte anlangt, so sei daran erinnert, daß Eisen bei rund 800°, Nickel bei 400° seine Magnetisierbarkeit verliert. Bei den bleifreien Manganaluminiumbronzen steigen diese Punkte im allgemeinen mit steigendem Mangangehalt und bei gleichem Mangangehalt mit steigendem Aluminiumgehalt derart, daß z. B. Guß 32 noch bei 310° magnetisierbar war; hingegen ist eine Legierung von rund 16% Mangan, 8% Aluminium und 76% Kupfer schon oberhalb 160° unmagnetisch. Verunreinigungen der legierten Metalle oder Zusätze beeinflussen aber die Lage der Umwandlungsprodukte, so daß eine ebenfalls rund 16% Mangan und 8% Aluminium enthaltende bleihaltige Bronze schon bei 60—70° unmagnetisch ist; beim Erkalten treten die magnetischen Eigenschaften wieder auf.

Wenn man sich die Frage vorlegt, ob diese magnetisierbaren Manganaluminiumbronzen praktisch verwertet werden können, so dürfte zunächst dieses Verschwinden der

⁸⁾ G. Wiedemann, Die Lehre von der Elektrizität, Braunschweig 1895, 3, 958 ff.; sowie St. Meyer, Wien, Monatshefte 20, 797; Liebknecht und Wills, Berl. Berichte 33, 448.

magnetischen Eigenschaften bei niederen Temperaturen in konstruktiver Hinsicht ausgebaut werden können. Im übrigen haben der Umstand, daß die magnetischen Bronzen ein schlechtes elektrisches Leitvermögen von der Größenordnung des Manganins besitzen, also die Entstehung der Foucaultströme erschweren, sowie ihre relativ kleine Hysteresis eine Zeitlang eine umfangreichere Verwertung im Apparatebau als möglich erscheinen lassen. Aber leider sind die Legierungen, welche die relativ hohen Induktionen von etwa 4000 CGS-Einheiten und mehr ergeben, so hart und spröde und so schwer mit der Schmiedeplatte zu bearbeiten, daß man nur in Ausnahmefällen ihre eigenartigen Eigenschaften praktisch verwerten können. Die manganiärmeren Legierungen, deren magnetische Eigenschaften noch näher festzustellen sind, lassen sich dagegen hinreichend gut bearbeiten und demnach in solchen Fällen verwerten, wo eine geringe Induktion ausreicht. Ob die Manganaluminiumbronzen in Pulverform verwertet werden können, muß die Zukunft zeigen; sollte es etwa gelingen, aus den manganiärmeren Bronzen magnetisierbare Bronzefarben herzustellen — und das ist nach Versuchen im Kleinen nicht unmöglich —, so würden dadurch in den mit Bronze farben arbeitenden Industrien wichtige sanitäre und technische Fortschritte zu erzielen sein.

Nachdem ich erkannt hatte, daß ein eigenartiger Effekt erzielt wird, wenn man in Mangankupfer so viel Aluminium einführt, daß der Aluminiumgehalt die Hälfte des Mangangehalts beträgt, ist es mir gelungen, Gußbronzen zu fabrizieren, welche bei Temperaturen bis zu 300° ihre Festigkeitseigenschaften nicht verlieren. Schon die oben erwähnte 16% Mangan und 8% Aluminium enthaltende Bronze fiel mir durch ihr dichtes Gefüge auf. Ich erwähnte auch schon, daß sie sich, obwohl noch hart, gut bearbeiten läßt. Wenn man nun den Mangangehalt sukzessive abnehmen läßt, so werden die Bronzen, sofern man nur den Aluminiumgehalt auf die Hälfte des Mangangehalts bringt, allmählich weicher und dehnbarer. Sie lassen sich auch recht gut gießen und haben einen homogenen dichten Bruch, ganz im Gegensatz zu solchen Bronzen, welche etwa nur kleinere Mengen Aluminium neben Mangan enthalten und einen unhomogenen, schon nach dem makroskopischen Bilde mehrere Gefügeteile zeigenden Bruch ergeben. Ich hielt es nun auf Grund der Erfahrungen bei den gewalzten, und geschmiedeten reinen Manganbronzen für wahrscheinlich, daß die Manganaluminium-

bronzen⁹⁾) bei Temperaturen bis 300° ähnliche Festigkeit wie bei Zimmertemperatur aufweisen würden. Das ist in der Tat der Fall. Eine Bronze von der auf der Isabellenhütte für den Guß von Stopfbüchsen und ähnlichen Teilen von Heißdampfmaschinen üblichen Zusammensetzung hat ergeben:

	Festigkeit	Dehnung
bei 15°	26 kg/qmm	9%
, 300°	25,7 ,	14 ,

Die Tragweite dieses Resultats leuchtet ein, wenn man bedenkt, daß die üblichen Gußbronzen bei 300° nur mehr Bruchteile der Zerreißfestigkeit besitzen, welche sie bei Zimmerwärme haben. Kommt doch Bach in seinen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Festigkeit und Dehnung der Bronze von der Temperatur zu dem Schluß, daß die von ihm untersuchte Gußbronze der Kaiserlichen Marine von der Verwendung in Rohrleitungen für überhitzten Dampf unbedingt ausgeschlossen werden müsse. Die Manganbronzen sind daher dazu berufen, auch im Dampfmaschinen- und Dampfturbinenbau, sowie überhaupt in allen Fällen, wo Bronzeteile auf Temperaturen von 300° erhitzt werden, als Ersatz für die älteren Bronzen zu dienen. Wo man gewalztes und geschmiedetes Material verwenden kann, wird man dieses bevorzugen; in anderen Fällen wird man die neue Manganaluminiumbronze benutzen.

Dillenburg.

Chemisches Laboratorium der Isabellenhütte.

Über die neutralen Schwefelsäureester im Petroleum des Handels.

Von FR. HEUSLER und M. DENNSTEDT.

Vorgetragen in der Sitzung des rheinischen Bezirksvereins am 9. Januar 1904 von Fr. Heusler.

(Eingeg. d. 12./1. 1904.)

Gelegentlich seiner in den Jahren 1891 bis 1897 ausgeführten Untersuchungen auf dem Gebiet der Braunkohlenteer- und Erdölchemie hat der eine von uns beobachtet, daß bei der fraktionierten Destillation des in Bonn im Handel befindlichen Petroleum schweißliche Säure gebildet wurde. Diese Erscheinung erinnerte an das Verhalten gewisser, bei der Schwefelsäurewäsche von Braunkohlenteerölen entstehenden Produkte¹⁾), welche, wie seiner Zeit nachgewiesen wurde²⁾), infolge der Addition der Schwefelsäure an die Äthylenkohlenwasserstoffe des Braunkohlenteers neutrale Ester der Schwefelsäure enthalten:

⁹⁾ D. R. P. 144340 der Isabellenhütte, G. m. b. H., in Dillenburg.

¹⁾ Heusler, Berl. Berichte 25, 1672 (1892).

²⁾ Heusler a. a. O. 28, 498 (1895).