

### Chlor in Bromsalzen.

Die Bestimmung kleinerer Mengen Chlor in Bromsalzen geschah bisher durch Titration mit  $n/10$ -AgNO<sub>3</sub>. Wenn mehr Silbernitrat verbraucht wurde, als der Menge des verwendeten Bromids entsprach, so ergab die Differenz den Chlorgehalt. Ein Mehrverbrauch von 0,1 ccm bedeutet einen Gehalt von 0,67% KCl! Muß man auch zugeben, daß diese Bestimmungsart sehr einfach auszuführen ist, so sind einigermaßen genaue Werte infolge der meist nur sehr geringen Differenz durchaus unwahrscheinlich.

Aus diesem Grunde veröffentlichte Winkler in der Pharmaz. Zentralhalle vom 24. Januar 1924 ein neues Verfahren, nach dem das Bromid in schwefelsaurer Lösung in der Hitze mit Permanganatlösung bis zur schwachen Rotfärbung titriert wird. Wie nachgewiesen werden konnte, wird hierbei kein Chlor freigemacht, aber die Ausführung dieser Methode erfordert eine Sorgfalt, mit der man in technischen Laboratorien im allgemeinen nicht rechnen darf, und ist auch sonst nicht ganz frei von Unsicherheiten.

Daß sich Oxydationsmittel in saurer Lösung gegenüber Brom- und Chlorsalzen stark differenziert verhalten, lehren folgende Versuche:

I. 20 g NaBr, 2 g NaCl, 6,5 g KMnO<sub>4</sub> und 170 ccm 4 *n*-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> destilliert, ergaben 4,5 ccm Brom und etwas Sauerwasser. Die ganze Menge des Destillats auf die oben angegebene Weise auf Chlor untersucht ergab, daß mit dem Brom kein Chlor übergegangen war.

II. Andererseits wurden 3 g NaBr (enthaltend 1,5% NaCl) mit 1 g Permanganat und 25 ccm 4 *n*-Schwefelsäure abgeraucht, filtriert, mit MgO neutralisiert und

mit  $n/10$ -AgNO<sub>3</sub> titriert. Gefunden: 0,91% Cl. Der Silberniederschlag, abfiltriert und getrocknet, wog 0,112 g (theor. 0,105), bestand also praktisch nur aus AgCl.

Gestützt auf diese Beobachtungen entstand folgende Methode: 3,55 g des Bromids werden mit 0,94 g KMnO<sub>4</sub> und 25 ccm 4 *n*-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> versetzt, und auf kleiner Flamme das Brom abgeraucht. Das Ende der Reaktion, das nach ungefähr 20 Minuten eingetreten sein dürfte, kann man sehr gut durch den Geruch feststellen. Man filtriert vom ausgeschiedenen Mangandioxyd ab, macht mit chlorfreier Soda neutral, wobei man sich einiger Tropfen Kaliumchromat als Indikator bedient, und titriert mit  $n/10$ -AgNO<sub>3</sub>. 1 ccm AgNO<sub>3</sub> entspricht 0,1% Cl.

Auf diese Weise können mit weitgehender Genauigkeit Chlorgehalte bis zu 2% in Bromiden bestimmt werden. Bei größeren Gehalten ist es angezeigt, die Einwage entsprechend zu verringern bei im übrigen gleichen Verhältnissen.

Etwas variiert läßt sich diese Methode auch in folgender Gestalt anwenden. Man löst 3,55 g in 15 ccm Wasser und 30 ccm 4 *n*-Schwefelsäure und fügt so viel Kaliumpermanganat hinzu, bis der ausgeschiedene Braunstein sich auch in der Wärme nicht mehr löst. Treibt dann ab wie oben, filtriert und titriert, wenn genügend abgekühlt, nach Volhard mit Silbernitrat und Rhodan ammonium unter Verwendung von einem halogenfreien 3-wertigen Eisensalz als Indikator. 1 ccm Silbernitratlösung entspricht 0,1% Chlor.

Diese Methode empfiehlt sich besonders bei Chlorbestimmungen in Brom Eisen, da hier im Gegensatz zur direkten Titration die große Menge des Eisens nicht stört und daher nicht entfernt zu werden braucht.

[A. 132]

### Nachtrag.

Ph. Naoum: Die Wettersprengstoffe.

Zu meinem Aufsatz „Die Wetter-Sprengstoffe“ in Heft 46 dieser Zeitschrift Seite 1351 bis 1359 möchte ich mir betreffend das Abbildungsmaterial folgende erläuternden Bemerkungen gestatten:

Bei der Darstellung der einfachen Flammenbilder der Wetter-Sprengstoffe im Vergleich mit den Gesteins-Sprengstoffen auf Seite 1356 und 1357 könnte es auffallen, daß die Flammen von Wetter-Detonit A und Wetter-Nobelit A auf Seite 1357 intensiver sind als diejenigen der gleichen Sprengstoffe auf Seite 1356. Hierzu muß bemerkt werden, daß es sich um verschiedene Aufnahmen unter etwas abweichenden Bedingungen handelt, die jedesmal nur Vergleichswert mit den

gleichzeitig aufgenommenen anderen Sprengstofftypen beanspruchen können. Auf Seite 1356 sind die deutschen Wetter-Sprengstoffe im Vergleich mit den deutschen Gesteins-Sprengstoffen dargestellt, während auf Seite 1357 die deutschen Wetter-Sprengstoffe zu den französischen Wetter-Sprengstoffen im Vergleich gestellt sind.

Ebenso könnte die Darstellung der Messung der Flammendauer des französischen Sprengstoffs Grisou Dynamite roche II auf Seite 1359 den Eindruck der Willkür erwecken, von der natürlich keine Rede sein kann. Es ist lediglich die betreffende Reproduktion mißglückt. Auf dem Originalfilm und auch, wenn auch nicht ganz so deutlich, auf den Originalabzügen endet die Flamme selbstverständlich an der linken Längslinie bzw. reicht bis zu dieser hin, was auf der Reproduktion nicht zum Ausdruck kommt.

Dr. Naoum.

## Versammlungsberichte.

### Nickelwoche

Paris, 16. bis 23. Oktober 1927.

Die französische Nickelberatungsstelle (Centre d'information du nickel) hat in Paris im Conservatoire des arts et métiers eine Nickelausstellung veranstaltet, um die vielfache Verwendung des Nickels zu zeigen.

Vorträge:

Prof. Dr. L. Guillet, Direktor der École Centrale: „Überblick über die Metallurgie des Nickels.“

1865 lenkte der französische Grubensachverständige Garnier zuerst die Aufmerksamkeit auf die Nickelerze von Neu-Kaledonien und verband sich mit Marbeau zur Gründung einer Gesellschaft für die Ausnutzung der Nickellager, aus der dann später die französische Nickelgesellschaft hervorging. 1883 folgte die Entdeckung der Kupfererze in Kanada, einige Jahre später wurde in den gleichen Gruben das Nickel gefunden. Zurzeit bestehen zwei Zentren der Nickelgewinnung,

Neu-Kaledonien, dessen Lager von der französischen Nickelgesellschaft und den Hochöfen von Nouméa ausgewertet werden, und Kanada, dessen Lager von der Internationalen Nickelgesellschaft und der Mond-Nickelgesellschaft ausgebeutet werden. Der Garnierit, das oxydische Mineral der Nickellager in Neu-Kaledonien ist ein mit Eisen und Magnesia vergesellschaftetes Silicat. Durch Schmelzen mit Natriumsulfid erhält man eine Rohschmelze, die noch mit Nickelsulfid und Eisensulfid vermischt ist. Magnesium und Silicium sind bereits entfernt. Durch Behandlung im Konverter wird das Eisen durch Oxydation des Eisensulfids entfernt. Das im Konverter verbleibende Nickelsulfid wird im Flammofen totgeröstet, das erhaltene Nickeloxyd wird dann zu kleinen Würfeln oder Zylindern mit reduzierenden Substanzen agglomeriert. Man erhält ohne Schmelzen das Metall bei 1250°. Anders verläuft die Verarbeitung des Sulfiderzes von Kanada. Das kupferhaltige Sulfidmineral gelangt in einen Water-Jacket, den es in der Form eines Gemisches von Nickelsulfid, Kupfersulfid und Eisensulfid verläßt. Die Masse wird im Konverter vom Eisen befreit. Von hier ab sind zurzeit vier Verfahren in Anwendung. Die drei ersten, die von der Internationalen Nickelgesellschaft

ausgearbeitet werden, bestehen erstens in der Totröstung des Doppelsulfids von Nickel und Kupfer, das Gemenge des erhaltenen Kupfer- und Nickeloxys wird reduziert und geschmolzen, wobei man eine Legierung mit 68% Nickel und 28% Kupfer erhält, deren Verwendung in den Vereinigten Staaten immer mehr zunimmt, es ist diese Legierung unter dem Namen Monelmetall bekannt. Das zweite Verfahren, das Orfordverfahren, besteht im Schmelzen der aus dem Water-Jacket kommenden Masse mit Schwefelnatrium. Durch Abkühlen erhält man zwei Schichten; die schwerere enthält den Hauptteil des Nickels. Nach mehrmaligem Auswaschen wird das erhaltene Nickelsulfid geröstet, das entstehende Nickeloxyd wird mit Kohle reduziert. Das dritte Verfahren stützt sich auf das Hybinetteverfahren und führt durch direkte Elektrolyse des unreinen Nickels zu einem Nickel mit 99,95% Reinheitsgrad. Das vierte Verfahren wird von der Mond-Nickelgesellschaft in ihren Betrieben in Swansea in England ausgeführt. Die aus Kanada kommende Rohschmelze wird geröstet, dann mit Schwefelsäure behandelt, um die Hautmenge des Kupfers zu extrahieren, dann mit Wassergas reduziert und in Nickelcarbonyl übergeführt. Dieses Gas geht durch den Dissoziator genannten Apparat, wo das dissoziierte Nickelcarbonyl das Nickel als Niederschlag abgibt. Vortr. verweist dann auf die neuesten Fortschritte in der Metallurgie des Nickels, die Verwendung des elektrischen Ofens für die Aufarbeitung des Garnierits. Man erhält auf diese Weise ein Ferronickel mit 45% Nickel, das direkt für die Herstellung von Sonderstählen verwendbar ist.

Dr. Galibourg: „Über die Metallurgie des Nickels in Kanada und den Vereinigten Staaten.“ — R. Contal, Direktor der Gesellschaft „Le Nickel“: „Über die Nickelgewinnung in Neu-Kaledonien.“

Dr. Chaudron: „Über das reine Nickel und seine Anwendung.“

Das Nickel kann industriell in viel höherem Reinheitsgrade hergestellt werden als die anderen Metalle. Durch das Mondverfahren (Dissoziation des Nickelcarbonyls) und durch Elektrolyse erhält man Nickel mit 99,8–99,9%. Das als reines Nickel in den Handel kommende Metall wird aus dem gereinigten Nickeloxyd durch Reduktion mit Kohle erhalten. Es enthält weniger als 1% Verunreinigungen, die sich auf Eisen, Kupfer, Kohlenstoff, Schwefel und Silicium verteilen. Das umgeschmolzene und schmiedbar gemachte Nickel enthält außerdem noch Magnesium und Mangan. Das in Mengen von 0,5% enthaltene Kobalt kann unberücksichtigt bleiben, da seine Eigenschaften denen des Nickels sehr gleich kommen. Die Verunreinigungen des Nickels kann man in zwei Gruppen einteilen. Es sind erstens Kohlenstoffe, Kobalt, Eisen, Silicium und Kupfer, die zum mindesten in den vorkommenden Mengen mit dem Nickel feste Lösungen bilden. Deshalb haben diese Verunreinigungen keinen großen Einfluß auf die Eigenschaften des Nickels, mit Ausnahme der Härte und des elektrischen Widerstands, die eine Steigerung erfahren. In die zweite Gruppe der Verunreinigungen gehören die Nickeloxys, die gelösten oder okkludierten Gase, Schwefel, Mangan und Magnesium. Diesen Verunreinigungen hat man zu Recht oder Unrecht eine weitgehende Änderung der mechanischen Eigenschaften des Nickels zugeschrieben. Merica und Waltenberg konnten zeigen, daß die Ansicht von der Schädlichkeit des Nickeloxys für die Schmiedbarkeit des Nickels nicht richtig ist; Nickel mit bis 1,1% Oxyd ist vorzüglich schmiedbar. Im Gegensatz zu der vielfachen Annahme üben auch die gelösten oder eingeschlossenen Gase keinen Einfluß auf die Schmiedbarkeit des Nickels aus. Schwefel bildet mit Nickel die Verbindung  $\text{Ni}_3\text{S}_2$ , die mit Nickel ein bei 640° schmelzendes Eutektikum liefert. Metallographisch kann man erkennen, daß das Eutektikum Nickel-Nickelsulfid eine die Nickelkristalle vollkommen umhüllende Haut bildet. Es ist daher erklärlich, daß die Kohäsion zwischen diesen Kristallen sehr gestört wird, selbst bei den sehr geringen Mengen von 0,005% Schwefel. Durch geringen Zusatz von Mangan und Magnesium kann man die Schmiedbarkeit wiederherstellen. Dadurch werden die Nickelsulfidhäutchen zerstört; an ihre Stelle sind Körner von Mangansulfid und Magnesiumsulfid getreten, die die Kohäsion nicht störend beeinflussen. Durch sorgfältige Untersuchungen

konnte so eine seit dreißig Jahren umstrittene Frage gelöst werden.

Man verwendet Nickel im Apparat- und Instrumentenbau, wo es darauf ankommt, ein Metall von größter Unempfindlichkeit und Widerstandsfähigkeit zu besitzen. Weitere Anwendungsgebiete des Nickels sind die Herstellung von Kochgeschirr, milchwirtschaftlichen Geräten, Gefäßen für die chemische Industrie, Magnetelektroden. Eine der wichtigsten Anwendungen des Reinnickels ist die Herstellung der Münzen, für die sich dieses Metall besonders durch sein schönes Aussehen, seine Unangreifbarkeit und große Widerstandsfähigkeit gegen Abnutzung eignet. Das ganz besonders reine Nickel dient zur Herstellung von Legierungen mit hoher magnetischer Permeabilität für die Unterseekabel. Weiter werden daraus die Elektroden für die Lampen der drahtlosen Telegraphie hergestellt; für diesen Zweck muß das Nickel entgast sein. Das durch Reduktion des Oxyds erhaltene pulverige Nickel dient als Katalysator. In der Form des reinen Oxyds wird das Nickel als Anode der Eisennickelakkumulatoren nach Edison verwendet.

Prof. Portevin: „Über korrosionsbeständige Nickellegierungen.“

Die Untersuchung der elektrischen Spannung zeigt, daß mit Ausnahme der Edelmetalle die einfachen Metalle in sauren Lösungen in der Regel nicht widerstandsfähig sind. Das gleiche gilt für eine Legierung, die aus zwei oder mehreren Kristallen besteht. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die korrosionsfesten Legierungen unter den Verbindungen zu suchen, die nur aus einem Gefügebestandteil bestehen, d. h. unter denjenigen Legierungen, die aus einer festen Lösung oder definierten Verbindung bestehen. Durch die Notwendigkeit der Billigkeit sind die metallischen definierten Verbindungen ausgeschlossen, die brüchig und hart sind. Ebenso sind Legierungen von niedrigem Schmelzpunkt ausgeschlossen, wie die Legierungen von Zink, Blei, Zinn und Wismut, ferner Legierungen von Aluminium oder Magnesium, die bei niedrigen Temperaturen schmelzen und nur geringe Neigung zur Bildung fester Lösungen zeigen. Es bleiben also mit Ausnahme der Edelmetalle nur Eisen, Nickel, Chrom, Kobalt und Kupfer übrig. Das Eisen schaltet wegen seiner leichten Angreifbarkeit aus. Chrom wird nur in metallischem Zustande verwendet und ist nur ein Zusatzelement. Kobalt ähnelt in seinen Eigenschaften dem Nickel sehr, ist aber viel teurer. Kupfer verschlechtert das Nickel, denn es ist bei Gegenwart des Luftsauerstoffes wenig beständig. Man sieht also durch diese Einschränkungen, welche Bedeutung das Nickel bei der Suche nach korrosionsfesten Metallen spielt. Legierungen des Nickels sind gegen die verschiedenen korrodierenden Medien gut widerstandsfähig, so gegen Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, Seewasser, chlorhaltiges Wasser. Die Nickel-eisenlegierungen sind widerstandsfähig gegen Essigsäure, Alkalien, feuchte Luft und bis zu einem gewissen Grade gegen Salpetersäure, wenn auch weniger gut als Nickel-Eisen-Chrom-Legierungen. Sie sind auch widerstandsfähig gegen überhitzten Dampf, Salzsäure und Schwefelsäure. Die Nickel-Chrom-Legierungen sind widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit, Alkalien, verdünnte Säuren und insbesondere Schwefelsäure. Nickel-Mangan-Legierungen sind widerstandsfähig gegen Alkalien und feuchte Luft. Nickel-Kupfer-Legierungen sind widerstandsfähig gegen verdünnte Schwefelsäure und gegen Alkalien; sie sind hitzebeständig bis 800°. Hier ist besonders das Monelmetall hervorzuheben, die natürliche Legierung mit 67% Nickel, 28% Kupfer und 2–3% Eisen. Die Nickel-Kupfer-Chrom-Legierungen sind gut widerstandsfähig gegen chemische Reagenzien, mit Ausnahme der Salzsäure. Die für die Herstellung von Löffeln und Gabeln vielfach verwendeten Nickel-Kupfer-Zink-Legierungen sind widerstandsfähig gegen Weinsäure und Essigsäure, weniger widerstandsfähig gegen Mineralsäuren. Eine sehr wichtige Gruppe bilden die Nickel-Chrom-Eisen-Legierungen. Die Eisen-Chrom-Legierungen werden für die Herstellung von nicht rostenden Messern verwendet; sie sind nicht oxydierbar durch eine thermische Behandlung, die im  $\alpha$ -Eisen die Elemente des Stahls, insbesondere Kohlenstoff, in fester Lösung aufnimmt. Die Legierungen sind aber brüchig, beim Wiedererhitzen scheidet sich Eisencarbid aus, und die Korrosion wird erhöht.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Kohlenstoff auszuscheiden oder Nickel zuzusetzen, um eine feste Lösung aller Elemente im  $\gamma$ -Eisen zu erhalten und einen schmiedbaren austenitischen Stahl zu erhalten. Dies ist das Verfahren, das die besten Ergebnisse lieferte. Bezeichnet man mit 1000 den Gewichtsverlust eines weichen Stahls in kalter Salpetersäure von 1%, so erhält man bei Zusatz von 13% Chrom einen Gewichtsverlust von 326, mit 17% Chrom einen Gewichtsverlust von 200 und in einigen Nickellegierungen einen Gewichtsverlust von 0, so bei der Legierung mit 25% Kohlenstoff, 7–8% Nickel und 18–20% Chrom. Es ist dies eine unmagnetische, schmied- und schweißbare Legierung, die gegen chemische Reagenzien sehr widerstandsfähig ist und deren Widerstandsfähigkeit gegen Schwefeldioxyd, Sulfate und Ammoniumchlorid noch durch geringen Zusatz von Kupfer und Molybdän erhöht werden kann. Die austenitischen Stähle mit Nickel und Chrom können je nach den Bedingungen, unter denen sie verwendet werden sollen, verschiedene Zusammensetzung haben, z. B. sind Stähle mit 6% Nickel und 17% Chrom besser widerstandsfähig gegen Natriumbisulfat als ein Stahl mit 23% Nickel und 10% Chrom, der dafür viel besser widerstandsfähig ist gegen Schwefelsäure und Kaliumbisulfat.

Prof. Charpy: „Die Verwendung des Nickels für Heeresmaterial.“

Im Kriegsmaterial findet Nickelstahl für die verschiedensten Waffen Verwendung, so für Kanonen, Projektile und Panzerplatten; besonders für diese spielt Nickel eine große Rolle. Die ersten Stahlplatten aus dem Jahre 1880 zeigten wohl eine große Widerstandsfähigkeit gegen Durchschlag, waren aber sehr brüchig. Diese Schwierigkeiten wurden durch die Einführung von Nickelstahl überwunden. Sehr bald verbesserte man den Nickelstahl noch durch Zusatz von 0,6–0,9% Chrom zu einem Stahl mit 2,7–3% Nickel. Der gehärtete, gegläute Stahl zeigte nicht mehr das Auftreten von Rissen. Um das Jahr 1896 wurden die ersten Versuche mit zementiertem Stahl durchgeführt. Dieser zeigte zwar die guten Ergebnisse, die man bei Chrom-Nickel-Stahl erzielt hatte, aber nach mehreren Geschosaufschlägen zeigten sich transversale Risse, selbst wenn die Geschosse nicht durchgedrungen waren. Man suchte daher zementierte Platten herzustellen, die an der Stoßfläche besonders hart waren, aber auf der Rückseite nicht brüchig, so daß sie mehrere Projektildurchschläge aushielten, ohne einzureißen. Für die Erreichung dieses Zieles wurden zwei Wege eingeschlagen. Das physikalische Verfahren der Krupp-Werke bestand in einer Wärmebehandlung eines Stahls mit 3,5–4% Nickel und 1,5–2% Chrom, der in einer Dicke von 20–30 mm zementiert war und dann die geringste Brüchigkeit durch ein Härten in Öl, Glühen mit nachfolgender Wasserhärtung erhielt. Das Metall wurde dann einer Härtung in Sand ausgesetzt, wobei man nur die zementierte Oberfläche freiließ und durch die Wärmestrahlung eines Glühofens erwärmte. Auf diese Weise wurde nur die Oberfläche auf eine Temperatur oberhalb des kritischen Punktes gebracht, während der untere Teil auf eine viel niedrigere Temperatur erhitzt war und auf alle Fälle die Nichtbrüchigkeit bewahrte. Das zweite sog. chemische Verfahren ist 1901 von Charpy ausgearbeitet worden. Es stützt sich auf das verschiedene Verhalten von weichen und harten nickelhaltigen Stählen beim Härten. Der weiche Stahl hat einen sehr hohen kritischen Punkt, bei etwa 900°. Er zeigt den Vorteil, daß er bei einem Gehalt von 8–10% Nickel nicht mehr die Risse aufweist; aber der kritische Punkt fällt rasch mit steigendem Nickelgehalt ab, wie man am Diagramm deutlich erkennt. Der harte Stahl dagegen, dessen kritischer Punkt etwas tiefer bei 750° liegt, wird durch Zusatz von Nickel viel weniger beeinflusst, der kritische Punkt fällt viel langsamer mit steigendem Nickelgehalt. Bei 16% Nickel schneiden sich die Kurven der beiden Stähle, und man erkennt, daß durch Härten eines zementierten Stahls mit 6% Nickel bei etwa 675° man die Wirkung der Härtung auf der harten Seite erreicht, ohne die nicht zementierte Seite zu beeinflussen, die ihre Nichtbrüchigkeit bewahrt. Nickel spielt auch eine große Rolle bei der Herstellung von Kanonen und Geschützen, und zwar in Form von Legierungen, die neben Nickel auch Chrom, Molybdän, Vanadium u. a. erhalten. Die Härtung ist in den Nickelstählen viel ausgesprochen als in den Kohlenstoffstählen, bei denen sie fast

illusorisch wird, wenn man Stücke von einer gewissen Dicke an in Betracht zieht.

Prof. Léon Guillet: „Nickel in der Automobil- und Flugzeugindustrie.“

Automobilbau und Flugzeugbau waren die wichtigsten Ursachen der großen Fortschritte in der Herstellung der Spezialstähle in den Jahren 1899 bis 1906. Die meisten Sonderstähle für die Automobil- und Flugzeugindustrie enthalten Nickel, entweder allein oder mit anderen Elementen. Stahl mit 2% Nickel wird für die Zementierung besonders verwendet, denn er gestattet die Erzielung großer Oberflächenhärte ohne Brüchigkeit. Zementierter Stahl mit 5–6% Nickel (0,1–0,15% Kohlenstoff) eignet sich besonders für Gegenstände, die beträchtlichen Stoßwirkungen ausgesetzt sind, im nicht zementierten Zustand für Ventile infolge der Widerstandsfähigkeit gegen Oxydation. Halbharter Stahl mit 3% Nickel findet für die Chassis und Hebel Verwendung. Nickel-Chrom-Stähle mit 0,10–0,15% Kohlenstoff, 2–3,5% Nickel und 0,3–0,8% Chrom zeigen große Oberflächenhärte und große Bruchfestigkeit im Innern der Stücke. Halbharte Nickel-Chrom-Stähle mit 0,2–0,3% Kohlenstoff, 2,5–3,5% Nickel und 0,4–0,8% Chrom werden nach Ölhärtung für Gewinde, Getriebe, Zahnräder, Kurbelstangen, Bolzen, Radwellen und ähnliche Teile verwendet, die große Kerkfestigkeit und Elastizitätsgrenze aufweisen sollen. Harte Nickel-Chrom-Stähle mit 0,35–0,50% Kohlenstoff, 2,5–3,5% Nickel und 0,5–0,8% Chrom werden für Gewinde, Getriebe und Teile verwendet, die noch größere Elastizitätsgrenze aufweisen müssen. Nickel-Chrom-Stähle mit 0,10% Kohlenstoff, 5,5–6,5% Nickel und 1,3–3% Chrom oder mit 0,2–0,35% Kohlenstoff, 3,5–5% Nickel und 1,2–3% Chrom werden durch einfaches Abkühlen an der Luft, von 850° herab, im Innern gehärtet und können Bruchlasten von 150 kg an dicken Stücken aushalten. Einer leichten Zementation unterworfen, erzielt man mit ihnen das Höchste, was man an mechanischer Festigkeit und Reibungswiderstand erreichen kann. Stähle mit geringem Nickel- und Chromgehalt werden für Teile verwendet, für die nicht hochwertige Stähle erforderlich sind; hierzu benutzt man Legierungen mit 0,3–0,5% Nickel und 0,3–0,7% Chrom. Neben diesen schon klassischen Stählen verwendet die Automobilindustrie seit kurzem mit sehr großem Erfolge Stähle mit 38–40% Nickel und 11–12% Chrom für Ventile, da diese Legierungen besonders widerstandsfähig gegen Oxydation in der Wärme sind. Die nicht oxydierbaren Stähle mit 13 oder 18% Chrom und 5–8% Nickel sind praktisch gegen alle korrodierenden Medien widerstandsfähig; seit kurzem werden in den Vereinigten Staaten für die Automobilchassis Nickel-Chrom-Stähle mit 0,20% Kohlenstoff, 1,2–1,6% Nickel und 0,4–0,6% Chrom verwendet, die eine doppelt so große Elastizitätsgrenze zeigen wie Chassis aus gewöhnlichem Stahl. Vortr. verweist dann kurz auf die sog. „Krupp-Krankheit“, die zuweilen die Stähle, besonders die Nickel-Chrom-Stähle, befällt. Die abnorme Brüchigkeit, die durch diese Krankheit hervorgerufen wird, ist auf ein zu langes Verweilen des Metalls bei Temperaturen von 500–650° zurückzuführen, besonders bei der langsamen Abkühlung nach dem Glühen. Die beste Abhilfe dagegen besteht darin, daß man das Metall nicht lange diesen gefährlichen Temperaturen aussetzt. Man verwendet weiter Nickel-Chrom-Wolfram-Stähle oder Nickel-Chrom-Molybdän-Stähle mit 0,3–0,4% Kohlenstoff, 4,5–4,7% Nickel, 0,25–0,40% Chrom und 2–2,5% Wolfram oder 0,7–1% Molybdän für Ventile, Getriebe, Wellen u. dgl. Nickel-Molybdän-Stahl mit 0,10% Kohlenstoff, 3% Nickel und 0,5% Molybdän wird von amerikanischen Firmen vielfach für die Zylinder verwendet. In der harten Form mit 0,35% Kohlenstoff, 3% Nickel und 5% Molybdän, in Öl gehärtet, wird die Nickel-Molybdän-Legierung für Flugzeuggetriebe verwendet. Weiter finden im Flugzeugbau Verwendung: Nickel-Vanadium-Stähle mit 0,25–0,30% Kohlenstoff, 6–7% Nickel und 0,2–0,4% Vanadium sowie Nickel-Chrom-Molybdän-Stähle mit mehr als 0,3% Kohlenstoff, 2% Nickel, 1,1% Chrom und mehr als 0,7% Molybdän. Zum Schluß verweist Vortr. auf die neuen zementierten Stähle und die Untersuchung von Fry sowie seine eigenen Arbeiten, durch die man den Stählen eine bisher unerreichte Oberflächenhärte geben konnte. Man verwendet hierfür Nickel-Chrom-Aluminium-Molybdän-Stahl.

Dr. Galibourg: „Die Verwendung von Nickel für Gußstahl und Gußeisen.“

Weißguß ist brüchig infolge des hohen Carbidgehaltes, da das  $\text{Fe}_3\text{C}$  hart und brüchig ist. Bei Grauguß ist die Brüchigkeit auf die Graphitlamellen zurückzuführen, die die Kohäsion der Grundmasse zerstören. Gußeisen ist also eine Legierung mit niedriger Elastizitätsgrenze und Bruchfestigkeit, in der Regel verbunden mit geringer Dehnung, unzureichender Kerbfestigkeit und geringem Elastizitätsmodul. Trotzdem wird Grauguß in großem Maße verwendet, hauptsächlich wegen seiner leichten Herstellbarkeit. Man hat nach Mitteln gesucht, den Grauguß in seinen mechanischen Eigenschaften zu verbessern, und zwar durch richtige Abstimmung seiner Bestandteile, durch Entkohlung, durch Glühen und andere Wärmebehandlung. Die ersten systematischen Untersuchungen zur Gußeisenveredlung durch Zusatz von Sonderelementen sind 1907 von Guillet durchgeführt worden. Man hat durch Zusatz von Nickel oder Nickel und Chrom zum Gußeisen Sonderstähle erhalten, die heute ganz besonderes Interesse finden. Das Nickel begünstigt wie Silicium die Dissoziation des Zementits, des brüchigen Bestandteiles des Weißgusses, in Graphit und Eisen. Es hat die Neigung, den Weißguß in Grauguß überzuführen, und bewirkt feinere und gleichmäßigere Verteilung des Graphits. Es löst sich im Ferrit und dem die Grundmasse der Legierung bildenden Perlit, erhöht die Festigkeit des Ferrits und führt den Perlit in Sorbit über. Es erleichtert die Bearbeitung und erhöht die Festigkeit des Metalls, indem es sich in diesem löst. Silicium macht wohl den Weißguß weicher, aber zeigt den Übelstand, sehr große Graphitlamellen zu geben und die Festigkeit der Grundmasse zu verringern. Will man die Festigkeit des Metalls erhöhen, ohne die Bearbeitbarkeit zu erschweren, so setzt man in den Vereinigten Staaten sehr häufig Nickel und Chrom zu, und zwar im Verhältnis 0,5% Chrom auf 1–2% Nickel. Auf diese Weise erhöht man die Bruchfestigkeit und die Verschleißfestigkeit. Vortr. zeigt dann an Hand einiger Beispiele die große Anwendung, die Nickel- und Nickel-Chrom-Guß in den Vereinigten Staaten gefunden haben. Man verwendet noch Stähle mit 2–3% Nickel, die eine Bruchfestigkeit von 50–63 kg zeigen bei 23–28% Dehnung, oder Stähle mit 2% Nickel und 1% Chrom, die 63–70 kg Bruchfestigkeit und 18–23% Dehnung zeigen, während die gewöhnlichen Stähle höchstens 49 kg Bruchfestigkeit geben. Die Bearbeitung dieser Stähle besteht in einem Glühen bei hoher Temperatur, um das Material homogen zu machen, hierauf folgt ein nochmaliges Glühen bei tieferer Temperatur, um eine Kornverfeinerung zu erzielen. Diese Stähle haben als Konstruktionsmaterial große Verwendung gefunden, besonders für Stücke, die hohe Verschleißfestigkeit zeigen müssen, so Eisenbahnräder und Lokomotivachsen: so hat die Canadia-Pacific 66 Lokomotiven mit Achsen aus 3,3%igem Nickelstahl in Betrieb genommen. Zahlreiche französische Gießereien haben die Herstellung von Sonderstahlgüssen aufgenommen. Es wird Stahl mit 2% Nickel, Stahl mit 3% Nickel und 1% Chrom und Stahl mit 25% Nickel in großem Maßstabe jetzt hergestellt.

## 28. Ordentliche Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

Berlin, 17. bis 19. November 1927.

Vorsitzender: Geh.-Rat Prof. Dr.-Ing. Busley, Berlin.

Paul Jäger, Stuttgart: „Fortschritte der Anstrichtechnik.“

Erst seit kurzem hat man erkannt, daß das Gebiet der Anstrichtechnik, auf welchem in Deutschland allein jährlich an Material und Arbeitslöhnen über 1 Milliarde Mark umgesetzt werden, größere Aufmerksamkeit verdient. Die gesamte Ölfarientechnik beruhte bisher auf dem wichtigsten Bindemittel, dem Leinöl, bzw. dem durch Trockenstoffzusatz umgewandelten rascher erhärtenden Leinölfirnis. Die Grundierung mit Leinöl oder mit in Leinöl angeriebenen Farben ist noch allgemein üblich, während für die Deckfarben das allerdings erheblich teure Holzlöl immer mehr an Bedeutung gewinnt. Da der Oxydationsprozeß beim Ölfarbenanstrich mehrere Wochen in Anspruch nimmt, so verändern sich die Anstriche oft jahrelang nach Aufbringung. Mit Beginn des Oxydationsprozesses beginnt auch die Zerstörung der Farben. Da nun durch den Oxydationsprozeß Öl an Volumen zunimmt, so treten durch den von den

quellenden Ölteilchen auf die Umgebung ausgeübten Druck Umsetzungen und Veränderungen der Farbschicht und Risse ein. Bei der neuen Technik des Vortragenden werden zwischen die Ölfarbschichten ölfreie Schichten eingeschaltet, wodurch einerseits die Wirkung der quellenden Ölteilchen vermindert, andererseits deren Lebensdauer infolge der Abdichtung gegen Sauerstoffaufnahme verlängert wird. Die nach der neuen Anstrichtechnik hergestellten Anstriche zeigen noch nach Jahren gleichblanke unveränderliche Flächen, während die nach der reinen Öltechnik ausgeführten die Wucherungen der Ölteilchen deutlich erkennen lassen. Bei Erneuerungsanstrichen wurden nach der alten Methode einfach die neuen Ölfarbschichten auf die alten gestrichen. Man hat darauf, daß Leinöl erhärtete pflanzliche Öle angreift, keine Rücksicht genommen, sich vielmehr mit der bekannten Tatsache abgefunden, daß alte und neue Ölfarbanstriche sich so gut wie nicht miteinander verbinden. Der Grund zum Abplatzen der Anstriche ist daher bei der alten Arbeitsweise gegeben. Der Nachteil der Verbindungslosigkeit zwischen erhärteten alten und neuen Anstrichen blieb also bisher zum Nachteil in bezug auf Güte und Dauerhaftigkeit der gesamten Farbschutzanstriche unbeachtet. Die vom Vortr. geschaffenen technischen Fortschritte beruhen nun darauf, daß die Vorteile der Öltechnik beibehalten, ihre Nachteile dagegen vermieden werden, und zwar dadurch, daß man mit weniger Öl und durch Einschaltung abdichtender, ölfreier Schichten arbeitet. Durch Anwendung von Nitrocelluloselacken allein kann man im Schiffbau, soweit es sich um Holzteile handelt, keine Flächen erhalten, welche eine genügende Gewähr für die Dauerhaftigkeit ergeben, weil sie nicht denjenigen Grad von Elastizität geben, welcher nur bei einer Kombination der ölfreien Anstrichmittel mit ölhaltigen Materialien zu erzielen ist. Die Meinung, als ob man durch Öl und Ölfarben wasserdichte Anstriche erzielen kann, ist irrig. Daß man durch eine Kombination beider Schichten in der Tat wasserdichte Anstriche, wie man sie im Schiffbau am dringendsten benötigt, ausführen kann, kann durch das vom Institut des Vortr. geschaffene Reagensverfahren leicht nachgeprüft werden. Es beruht auf der Rotfärbung von Kaliumrhodanat durch Eisen. Dichtet man beispielsweise, um mit den einfachsten Anstrichen zu beginnen, einen mit Ölfarbe grundierten Anstrich anderen Tags mit ölfreiem Material nach Art des Kronengrund ab, so sind damit vier Hauptvorteile verbunden: die Lebensdauer der Grundschrift wird durch die Abdichtung verlängert, weil das Durchdringen des Sauerstoffs verlangsamt wird. Die Oberschicht wird aber trotzdem durch die Verbindung mit dem Kronengrund so gehärtet, daß schon nach wenigen Stunden weiter gestrichen werden kann. Die Abdichtung bewirkt, wie durch das oben erwähnte Reagensverfahren nachgewiesen werden kann, eine bedeutende Erhöhung der Wasserdichtigkeit, und die nun folgende Deckfarbe bleibt viel blanker und dauerhafter stehen, als wenn die oxydierenden Ölteilchen aus den Grundschriften sich rasch und stark bemerkbar machen. Die Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit kommt für jede Art von Anstrich im Schiffbau deshalb besonders in Betracht, weil es sich meist darum handelt, daß die Anstriche großen Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit standhalten müssen, wie sie der Seeverkehr mit sich bringt. Durch ein vom Vortr. zum Patent angemeldetes Verfahren wird systematisch darauf hingewirkt, eine Verbindung zwischen alter und neuer Farbschicht herzustellen durch Anwendung von Harzcellulose-Ester-Lösungen eigenartiger Zusammensetzung, welche den alten Anstrich durchdringen, ihn oberflächlich etwas anlösen und durch Ablagern ihrer Bestandteile in der alten Farbschicht diese abdichten, worauf dann erst der neue Öl- oder Lackfarbanstrich folgt. Während man bisher fast ausnahmslos bei der Erneuerung zwei Ölfarbanstriche in entsprechendem Zeitabstand aufeinander folgen ließ, kommt bei der verbesserten Technik in der Regel nur ein Öldeckfarbanstrich in Betracht, so daß der Erneuerungsanstrich also nur halb so stark aufträgt, weil ja das zuerst angewendete Dichtungsmaterial vollkommen von dem porösen Grund aufgenommen wird, ohne im technischen Sinne aufzutragen. Wenn begreiflicherweise die viel dicker auftragenden normalen doppelten Ölfarbanstriche, unter welchen der alte Grund hart und spröde bleibt wie zuvor, viel leichter zum Abspringen und Reißen geneigt sind, ist naturgemäß der viel dünnere, dafür