

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1900. Heft 37.

## Vorträge, gehalten auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Hannover am 8. Juni 1900.

*Schluss.]*

### Einige technische Anwendungen des Verfahrens zur Erzeugung hoher Temperaturen durch Verbrennen von Aluminium (Aluminothermie).

Von Dr. Hans Goldschmidt, Essen-Ruhr.

Meine Herren: Auf der Hauptversammlung in Darmstadt vor zwei Jahren hatte ich die Ehre, Ihnen ein neues Verfahren zur Erzeugung hoher Temperaturen an Hand einiger Experimente vorzuführen. In der Zwischenzeit ist an der technischen Verwerthung eifrig gearbeitet worden, sodass ich heute im Stande bin, Ihnen über einige Erfolge berichten zu können.

Die rein metallurgische Seite des Verfahrens, die Darstellung kohlefreier Metalle, in erster Linie des Chroms und Mangans, musste in den Grossbetrieb überführt und demselben angepasst werden.

In Frankreich ist es die Société d' Electro-Chimie als Lizenz-Trägerin daselbst, die etwa seit Jahresfrist in St. Michel de Maurienne (Savoyen) sich mit der Darstellung der benannten Metalle befasst, während der übrige Bedarf von Essen aus, von der Chemischen Thermo-Industrie, gedeckt wird. Die Darstellung geschieht in grossen, tiegelartigen Gefässen, in denen einige Centner des Metalls in einer Operation abgeschieden werden; in Folge der Schnelligkeit der Reaction nimmt dies kaum eine halbe Stunde in Anspruch.

Während das kohlefreie Chrom besonders für Stahl gebraucht wird, dient das reine Mangan dazu, reine (auch eisenfreie) Cupromangane herzustellen. Es hat sich die alte Beobachtung gerade bei diesen beiden Metallen wieder bewahrheitet, dass reine oder fast reine Metalle andere Eigenschaften haben als die mit allerhand Verunreinigungen behafteten, und dass diese reinen Metalle auch in Legirungen einen anderen, und zwar in den vorliegenden Fällen speciell einen erheblich höheren Werth besitzen.

In der Stahlindustrie ist bisher das Chrom in Form von Ferrochrom mit einem Gehalt

von etwa 40 bis höchstens 65 Proc. Chrom zur Verwendung gekommen; dies Product enthält zumeist etwa 12 Proc. Kohle berechnet auf den Chromgehalt. Das Chrom ist daher im Ferrochrom nicht als solches, sondern als ein Chromcarbid vorhanden. — Alle Stähle also, die mit Hilfe dieses kohlehaltigen Ferrochroms angefertigt werden, sind streng genommen nicht Chromstähle sondern „Chromcarbidstähle“.

Mit dem reinen kohlefreien Chrom können also andere Legirungen angefertigt werden, die auch andere Eigenschaften haben, so vor allem weicher sind.

Es ist mit dem reinen Chrom ferner möglich, Chromstähle mit höherem Chromgehalt anzufertigen als bisher, weil der hohe Gehalt an Kohle im Ferrochrom die Darstellung höher chromirte Legirungen infolge des gleichzeitig bedingten hohen Kohlenstoffgehaltes unmöglich machte.

Aus diesen Ausführungen ist zu ersehen, dass man a priori sagen konnte: Kohlefreies Chrom hat für die Stahlindustrie besonderes Interesse, weil nur dieses die Möglichkeit an Hand giebt, die Chromstähle genau studiren zu können. Welchen Vorteil bereits einer Anzahl von Werken das kohlefreie Chrom gewährt, beweist die seit etwa Jahresfrist nothwendig gewordene Grossdarstellung dieses Metalles in der oben angedeuteten Weise.

Was den Preis dieses reinen etwa 98-proc. Chroms (der Rest besteht vorwiegend aus Eisen und einigen Zehntel Proc. Silicium) betrifft, so steht er insofern durchaus im richtigen Verhältniss zum 60-proc. als er etwa doppelt so hoch ist wie das Chrom in der 60-proc. Waare, während das Chrom im 40-proc. Ferrochrom bekanntlich etwa nur halb soviel kostet wie im 60-proc.

Durchaus anders liegt diederzeitige Hauptverwendung beim kohlefreien Mangan! Hier hat vorläufig die Eisen- resp. Stahlindustrie weniger Nutzen gezogen. Es liegt dies wohl daran, dass die Manganstähle bisher nicht das Interesse in Anspruch nahmen, wie gerade die

Chromstahle. Vor Allem aber ist es der bedeutend höhere Preis des aluminogenetischen Mangans dem sehr billigen, im Hochofen erschmolzenen Ferromangan gegenüber, der in erster Linie zurückhaltend wirken muss: Der Preisunterschied ist etwa wie 10 zu 1!

Dagegen bedient sich seit einiger Zeit die Kupferindustrie des reinen Mangans in ausgedehnter Weise und mit grossem Vortheil; und dieser Vorteil des reinen kohlefreien Mangans dem kohlehaltigen Product gegenüber war nicht vorherzusehen, da der Kohlegehalt des Mangans selbst auf das Kupfer keinen directen Einfluss ausübt, indem dieser Kohlegehalt beim Legiren in die Schlacke oder den Abbrand geht; ein Kupfercarbid bildet sich bekanntlich nicht. Nimmt man, wie vielfach geschieht, ein hochprozentiges Ferromangan — mit etwa 80 Proc. Mangan, 8—9 Proc. Eisen, Rest Kohle und Verunreinigungen — so werden stets rund 10 Proc. Eisen von der Menge des zulegirten Mangans in das Kupfer eingehen. Demnach enthalten die gewöhnlichen Cupromangane mit 25—30 Proc. Mangan stets 2,5—3,5 Proc. Eisen.

Um eisenfreie Cupromangane zu erzeugen, musste also auch ein eisenfreies Mangan gewählt werden. Eisenfreies mit Kohle auf bekannte Art im Tiegel reducirtes Mangan stellt gleichfalls ein Mangancarbid dar, das an der Luft nach kurzer Zeit zu Pulver zerfällt. Das aluminogenetische, kohlefreie Mangan hat die vorteilhafte Eigenschaft, dass es sich beliebig lange an der Luft hält, nur etwas — aber in geringerem Maasse wie Eisen — anläuft. (Selbst in der Laboratoriumsluft hält es sich ziemlich gut, bleibt allerdings nicht so blank wie das reine Chrom, das sich ja bekanntlich in dieser Hinsicht wie ein edles Metall verhält.)

Das kohlefreie Product zeichnet sich nun besonders durch seine verhältnissmässig grosse Legirungsfähigkeit aus; Stücke dieses Mangans in einen Tiegel geschmolzenen Kupfers eingeworfen, legiren sich mit Leichtigkeit diesem zu, fasst ohne einen Abbrand zu geben, der bei dem kohlehaltigen Mangan resp. Ferromangan ja stets entstehen muss und auch zu Verlusten Veranlassung giebt. Es lassen sich auf diese Weise aufs Einfachste Legirungen von Kupfer mit 30,50 und mehr Proc. Mangan herstellen; die hochprozentigen Legirungen dienen zum Weiterlegiren mit reinem Kupfer. Eben so leicht lassen sich Zinn und Zink mit Mangan legiren.

Trotz des erheblich höheren Preises dieses reinen Mangans gegenüber dem Ferromangan wird ersteres für die Darstellung

guter manganhaltiger Kupferschmelzen entschieden vorgezogen, weil es sich — an Hand zahlreicher aufs Sorgfältigste im grossen Maassstabe angestellter vergleichender Versuche — gezeigt hat, dass man zuverlässige, dichte, porenfreie Güsse nur mit diesem reinen, leicht legirbaren Mangan herzustellen im Stande ist. Selbstverständlich wird für solche Mangankupferlegirungen auch nur bestes Elektrolytkupfer verschmolzen. Besonders hat sich eine Legirung mit 5 Proc. Mangan — das dem Kupfer kaum eine merkliche Färbung ertheilt — eingeführt, da es sich als sehr widerstandsfähig, und zwar besonders gegen Feuerungsgase gezeigt hat. Es werden aus diesem Material Stangen und Röhren gefertigt.

Neuerdings tritt auch von verschiedenen Seiten ein grösseres Interesse für Ferrotitan auf; selbst geringe Zusatzmengen von Titan — wenige Zehntelpcent — geben dem Eisen resp. Stahl ein besonderes dichtes, sehniges Gefüge. Die Versuche mit Ferrobor haben aber bisher noch keine Fortschritte gemacht. Dagegen scheint die Anwendung von Vanadin sehr viel Aussicht zu haben, da die Vanadinstahle ganz besondere Vorzüge aufweisen, soweit die mir bis jetzt zur Verfügung stehenden Proben und Untersuchungen erkennen lassen.

In der Verarbeitung und Nutzbarmachung des Corunds, der als Nebenprodukt bei dem Process entfällt und der unter dem Namen „Corubin“ in den Handel gebracht wird, sind auch weitere Fortschritte gemacht worden, besonders in der Verwendung desselben als Schleifmittel; auch als feuerfestes Product hat er Anwendung gefunden.

Von weitgehendster und auch mannigfaltigster Bedeutung sind diejenigen Verwendungarten, welche darauf basiren, die bei der Reaction auftretende Wärmemenge direct als solche bei der Metallbearbeitung nutzbar zu machen. Die Möglichkeit, dieselbe praktisch nach dieser Richtung hin auszunutzen, nachdem festgestellt war, dass so grosse Wärmemengen ohne jede äussere Wärmezufuhr freizumachen sind, musste einleuchten, doch war ich vor zwei Jahren noch nicht in der Lage, Ihnen wirklich praktische Verfahren vorführen zu können. Eine ganze Reihe von Schwierigkeiten waren erst zu überwinden, bevor es möglich war, Anwendungen dieser hohen Temperaturen nicht nur einzuführen, sondern vorerst einmal überhaupt ausfindig zu machen. Mit der Überwindung dieser Schwierigkeiten ist es aber ebenso gegangen, wie mit allen anderen: Einmal überwunden, sind sie schliesslich schwer noch als solche zu erkennen.

Vor Allem war es nöthig, sich mit dem Feuerfluss im Tiegel vertraut zu machen, die Eigenschaften desselben, auch besonders dessen Ungefährlichkeit und — so paradox es klingt — dessen außerordentlich geringe Feuergefährlichkeit kennen und schätzen zu lernen. Schon aus der Thatsache, dass ich hier im Hörsaal — selbst auf Holzboden — Ihnen die Experimente genau so wie sie in der Praxis ausgeführt werden, vorführe, mögen Sie den Schluss der Ungefährlichkeit ziehen; denn das Schlimmste, was passiren könnte, wäre das Auslaufen eines Tiegels, dessen Schmelzfluss ja allerdings auf 3000° C. zu schätzen ist. Aber, meine Herren, der den Tiegel verlassende Schmelzfluss erstarrt fast momentan an Ort und Stelle, da der Corund augenblicklich auf seinen Erstarrungspunkt abkühlt und den grössten Theil des Metalls zudem einschliesst; aber auch letzteres erstarrt schnell, sodass eine unverbrennliche Unterlage von kleiner Ausdehnung wie hier — bestehend aus Ziegelsteinen und Sand — völlig ausreicht, um die Experimente überall ausführen zu können und jede Feuersgefahr auszuschliessen. Das Herumsprühen von Funken ist außerordentlich gering und tritt fast nur beim Entzünden des Gemisches in geringer unschädlicher Weise auf. Es ist ja selbstredend, dass man alles direct Brennbare, wie Tücher, Papier u. dgl. aus der nächsten Nachbarschaft sorgfältig verbannt, vor Allem auch darauf sieht, dass das kleine Büchschen mit „Entzündungsgemisch“ beiseite gestellt wird, da ein einfallender Funke dieses leicht zur Entzündung bringt und dann einen kleinen Feuerregen hervorruft. Eine kleine Menge von brennendem Spiritus oder gar Äther ist weit feuergefährlicher als brennendes Thermit, wie der gesetzlich geschützte Name für die Mischung von Metalloxyden etc. mit Aluminium lautet, weil diese Flüssigkeiten sich schnell verbreiten, und man nie weiss, wo hin und wieweit sie fliessen können, so dass Dinge in Brand gerathen, die fern ab von der Ausflussstelle liegen.

Zur weiteren Beruhigung möchte ich auch noch besonders hervorheben, dass mir bisher noch nirgends aus der Praxis irgend welche Klagen, die auf Feuergefährlichkeit Bezug haben, bekannt geworden sind. Eine Selbstentzündung der Gemische oder eine solche durch Schlag oder Stoss ist bisher nicht beobachtet worden, resp. hervorzurufen nicht möglich gewesen, muss auch als ausgeschlossen betrachtet werden. Sobald die Gemische nass werden, verlieren sie ihre Fähigkeit weiter zu brennen, ganz; dagegen schadet eine gewisse, aus der Luft ange-

zogene Feuchtigkeit wenig oder gar nicht. Man achte aber darauf, die Gemische in geschlossenen Gefässen aufzubewahren.

Bei der Verwendung des feuerflüssigen Gutes für Schweißzwecke war vor allem die richtige Art der Wärmeübertragung auf das Arbeitsstück ausfindig zu machen. In den betreffenden Patenten waren in dieser Beziehung bereits die verschiedenartigen nöthigen Hinweise gegeben worden. Das Nächstliegendste war wohl, den Tiegel mit dem Schmelzgut wie ein Kohlenfeuer zu behandeln, in welchem die zu verschweisenden Enden der — beispielsweise — Eisenstäbe einzustecken wären. Diese Versuche, die, wie ich aus den Aufzeichnungen meines derzeitigen Experimentirbuches entnehme, schon am 2. April 1895 begannen, lehrten schnell die Unanwendbarkeit dieser Methode: Die Stäbe wurden von dem flüssigen Metall im Tiegel sofort an ihren Enden ganz oder zum Theil abgeschmolzen. Aus dieser That-sache musste der Schluss gezogen werden, dass das aus der Reaction stammende, hoch über seinen Schmelzpunkt erhitzte Metall überhaupt für Erwärmungs- bez. Schweißzwecke nicht verwendbar sei, dass man vielmehr nur den heissen Corund dazu benutzen könnte — falls es nicht etwa gelang, die zu verschweisenden Eisenenden mit einer sehr dünnen, keine oder wenig Wärme absorbirenden, schützenden Schicht gegen die Wirkung des flüssigen Metalls zu schützen. Einen derartigen Körper zu finden, lag wenig Aussicht vor. Beispielsweise war Asbest von vornherein ausgeschlossen, schon weil er als Silicat von der gleichzeitig in Wirkung tretenden flüssigen Thonerde sofort aufgelöst wird.

Wie stark die Wirkung dieses aluminothermischen Metalls, beispielsweise Eisens, ist, mögen Sie aus dieser Photographie (Fig. 1) erkennen: ein Block Eisen, dessen Höhe etwa 25 cm ist, ist dadurch, dass man solches aluminothermisches Eisen (nach Abgiessen des darüber stehenden Corunds) auf denselben hat fliessen lassen — an der Kante beginnend — bis auf etwa ein Drittel mit einer Furche von 20 mm ausgespült. Diese 40 mm starken Quadratstäbe aus gehärtetem Stahl, die dicht nebeneinander gelegt waren, sind innerhalb einiger Secunden gleichfalls mit Hülfe nur weniger Kilo Thermit, wie Sie sehen, völlig durchgeschmolzen worden. In gleicher Weise wurden dicke Eisenplatten, Stahl und sog. Panzerplatten durchlöchert.

Aus den angeführten Thatsachen ersehen Sie also, wie schwierig anfänglich die Auf-

gabe war, dieses neue Schmiedefeuer sich nutzbar zu machen, damit es nicht mehr zerstörend als schaffend wirke.

Vor zwei Jahren zeigte ich Ihnen bereits, wie man einen Nietbolzen dadurch mit meinem Gemisch bis zur Weissgluth erwärmen kann, dass man jenes um den zu erwärmenden Gegenstand schüttete und dann entzündete. So einfach dieses Verfahren auch ist, so hat es sich doch gezeigt, dass es in der Praxis nicht immer gut anwendbar war. Auch hier trat bereits der Übelstand ein, dass das während der Reaction sich ausscheidende Metall das Werkstück läderte. Es zeigten sich bei diesem Verfahren auch noch andere Nachteile, deren Erörterung

Ausgiessen der feuerflüssigen Masse fast quantitativ vorzunehmen ist, dass nur wenig an den Wandungen des Tiegels haften bleibt und dass vor Allem die Tiegel für neue Operationen wiederholt zu benutzen sind. Damit war ich schon einen guten Schritt vorangekommen, ohne natürlich etwas wirklich Praktisches bereits in den Händen zu haben.

Nicht unerwähnt soll hierbei bleiben, dass die Herstellung von passenden haltbaren Tiegeln sehr viel Arbeit und Mühe verursacht hat; denn alle bisher bekannten Tiegel taugen für das Verfahren durchaus nicht; die kieselsäurehaltige Wand derselben wird von der flüssigen Thonerde sofort auf-

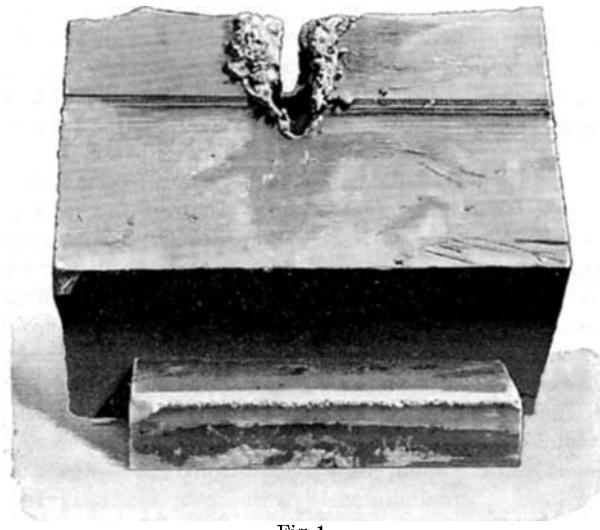


Fig. 1.

$\frac{1}{4}$  m dicker Eisenblock durch Aufgiessen von aluminogenetischem Eisen bis auf ein Drittel durchgeschmolzen.

hier zu weit führen würde. — Wie schon oben erwähnt, eignete sich der in einem Tiegel erzeugte flüssige Corund allein vorzüglich zum schnellen Schweißwärmmachen von Eisen; es war demnach beabsichtigt, diesen allein für Schweißzwecke zu benutzen, während das Metall und dessen Wärme für die Erwärmungs- resp. Schweißzwecke nicht verwendet werden sollte.

Noch aber war immer die Frage zu lösen, wie die Hitze auf das Arbeitsstück am zweckmässigsten zu übertragen sei. Es lag nahe, derartig zu verfahren, dass man nicht die Schweißstücke in den Tiegel einführt, sondern vielmehr umgekehrt den Corund auf das Arbeitsstück aufgoss. Dazu musste aber vor Allem erst festgestellt werden, dass der Corund resp. der ganze Inhalt des Tiegels sich leicht ausgiessen liess und dass diese ganze Handhabung wirklich einfach und ungefährlich ist. Hier konnte wieder lediglich das Experiment helfen. Es wurde demnach die erfreuliche Thatsache konstatiert, dass ein

gelöst. Es sind also nur Tiegel zu verwenden, deren Innenwand aus Magnesia oder Thonerde besteht. Die Anfertigung dieses Specialtiegels bildet jetzt einen besonderen Fabrikationszweig der Chemischen Thermo-Industrie in Essen a. d. Ruhr.

Eine sehr wichtige Anregung wurde mir nun dadurch zu Theil, dass ich erfuhr, dass man Schweißungen im Kohlenfeuer dadurch bewirken könne, dass man die zu verschweissenden Enden vermittelst eines Klemmapparates stumpf aneinanderpresst, die Schweißstelle in ein Schmiedefeuer legt und dafür Sorge trägt, dass der Klemmapparat selbst kalt bleibt; es tritt dann eine Schweißung automatisch ein, indem die durch die entstehende Hitze hervorgebrachte aber verhinderte Verlängerung den zur Schweißung nötigen Druck hervorbringt, so dass also die mechanische Bearbeitung der Schweißstelle erübrig ist. Es ist mir nicht bekannt geworden, dass mit diesem Verfahren auf dem Schmiedefeuer grössere

Stücke mit Vortheil geschweisst worden sind. Es wird dies schwerlich der Fall sein, da sich das Verfahren wohl nur für kleinere Stücke eignet; denn müsste ein grösseres Schmiedefeuер angewendet werden, so müsste auch der Klemmapparat sehr gross gestaltet werden, damit er in genügender Weise vom Feuer geschützt ist. Soviel ich weiss, hat das Verfahren nur sehr vereinzelt — mehr als Versuch und besonders für gewisse Aushülfefälle — in einer oder der anderen Werkstatt Anwendung gefunden. Dagegen schien mir dasselbe ganz und gar geeignet für meinen Zweck zu sein. Da ich die Hitze sehr viel schneller hervorrufen und auf sehr viel kleineren Raum beschränken kann, als es im Schmiedefeuер möglich ist, so war von vornherein die Möglichkeit gegeben, den Apparat auch beim Schweißen

hier ein Schweißverfahren gegeben, das mit äusserst geringer Apparatur, lediglich mit Klemmapparat, Tiegel und „Thermit“, zu arbeiten im Stande war. Diese Leichtigkeit und Beweglichkeit des Verfahrens befähigte es ohne Weiteres, Schweißungen ausserhalb der Werkstatt vorzunehmen, und zwar in jedweder Lage der zu verschweißen den Stücke.

So kam ich auf die Idee, mit meinem Verfahren ein Problem zu lösen, dem, wie mir bekannt war, schon seit etwa 40 Jahren nachgestrebt wird: Das Verschweißen von Eisenbahnschienen auf der Strecke.

Neuerdings sind diese Versuche mit Hilfe des elektrischen Stromes besonders in Amerika nach dem Verfahren von Thomson-Houston wieder aufgenommen worden. Der hierzu erforderliche Apparat ist ein sehr umfang-

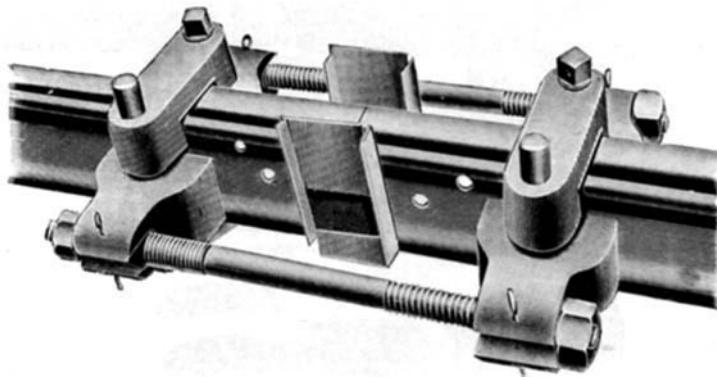


Fig. 2.

Zu verschweißende Schienen mit angelegtem Klemmapparat und umgelegter Blechform.

schwererer Stücke verhältnismässig klein und gedrungen zu gestalten.

Die ersten Schweißversuche also wurden mit einem derartigen Apparat vorgenommen; um die Schweißstelle wurde eine kleine Form gebaut, und zwar aus Blech, mit Formsand äusserlich abgestützt und in diese Form der heisse Corund abgegossen. Die Schweißung von Quadrat- und Rundstäben war eine vollkommene, wie angestellte Biegeproben ergaben, aber für die Praxis viel zu theuer!

Es begann nun das Suchen nach besonderen Verwendungsarten, bei denen der höhere Preis einer Verschweißung gerechtfertigt ist, oder bei denen nach dem neuen Verfahren Verschweißungen hergestellt werden können, die mit den bisher bekannten Schweißverfahren überhaupt nicht möglich waren. In erster Linie war immer wieder die Preisfrage zu berücksichtigen!

Während bei den bisherigen Schweißverfahren, die mit Kohlenfeuer, Wassergas oder Elektricität arbeiteten, die verhältnismässig grosse Apparatur hinderlich war, war

reicher; einige Wagen für die ganze, sehr theuere Apparatur, eine motorische Kraft von ca. 200 HP. sind nöthig! Soweit ich erfahren konnte, hat man in Europa die Versuche mit dem elektrischen Schienenschweißen, nachdem sie auf mehreren Stellen probirt, weil zu umständlich, zu theuer und vor Allem auch nicht immer zuverlässig genug, wieder fallen gelassen.

Das Verschweißen von Schienen wurde nun genau nach dem oben angedeuteten Verfahren im Laboratorium probirt. Zwei Schienenenden wurden aneinandergepresst, der flüssige Corund über die Stossstelle gegossen, um welch' letztere eine passende Form gebaut war. (Siehe Fig. 2.)

Nach wenigen Versuchen trat auch hier die gewünschte Schweißung ein, aber ein Hauptübelstand blieb noch ungelöst: Nur ein Theil der feuerflüssigen Masse kam zur thermischen Ausnützung, und sogar der entschieden schlechtere; denn das die Wärme schneller abgebende Metall liess ich aus den oben angeführten Gründen im Tiegel zurück!

Nun machte ich beim Eingiessen des Corunds die Beobachtung, dass ein Theil desselben, sobald er die kalten Stellen der Schiene traf, augenblicklich erstarrte und dass derselbe vom nachfliessenden Corund nicht wieder aufgethaut wurde. Ich stellte deswegen den Versuch an, auch auf diesen schnell erstarrten Corund das noch im Tiegel befindliche Metall, das je nach Anwendung des betreffenden Oxydes im Wesentlichen aus Eisen, auch Mangan bestand, aufzugiessen und stellte fest, dass auch dieses nicht mehr durch den einmal erstarrten Corund hindurchdringen konnte. Die

derung, die das Verfahren erst zu einem brauchbaren machte, in einer überraschend einfachen Weise, wie von selbst. Die dünne schützende Schicht, die das Werkstück gegen den Einfluss des nachfliessenden überhitzten Metalls haben muss, bildet der zuerst aus dem Tiegel ausfliessende Corund. Diese Schutzdecke erfüllt alle Anforderungen, die man an eine solche nur hätte stellen können: Sie ist sogar durchaus kein schlechter Wärmeleiter, da dieser hochhitzte Corund selbsttredend die Hitze weit besser leitet als kalter es thun würde! Denn ebenso wie die Leiter 2. Klasse — die

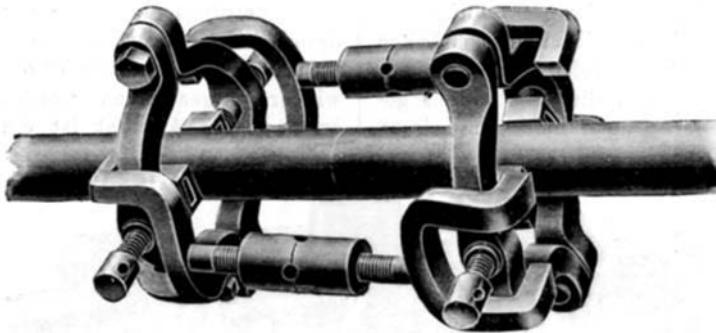


Fig. 3.

Zweizöllige Rohre mit angelegtem Spannapparat.

Apparat derselben Grösse eignet sich auch zum Verschweissen von Rohren bis zu 4 Zoll.

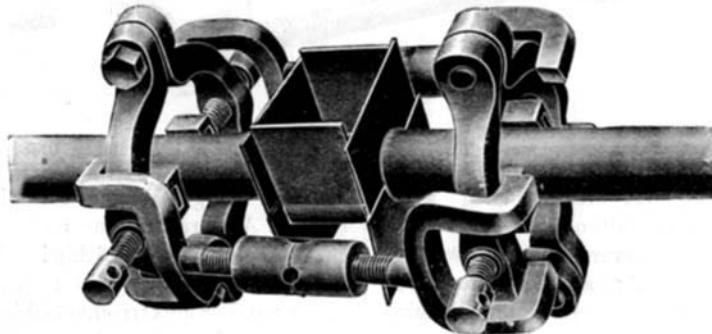


Fig. 4.

Rohre mit angelegter Eingussform bei horizontaler Lage der Rohre.

folgenden Schweissungen wurden deswegen derart angestellt, das der ganze Tiegelinhalt, also mit dem Metall, auf die zu verschweisende Stelle ausgegossen wurde, und Folgendes wurde konstatirt: Rings um die kalten Stellen sowohl des Werkstückes wie der dünnen Blechform (die, wie oben bereits gesagt, von aussen mit feinem, feuchten Sand abgestützt wird) hat sich eine dünne Schicht von schnell erstarrtem Corund gelegt; das nachfliessende Metall, das sich am Boden der Form befindet, hat nirgends die Schiene oder die Blechform direct berührt, sodass nach dem Erkalten die ganze Masse leicht von der Schweissstelle und der Form abzuschlagen ist.

Somit löste sich die nothwendige For-

festen van't Hoff'schen Elektrolyte — bei hoher Temperatur bessere Leiter der Elektricität werden, so sind dieselben auch sicherlich bei hoher Temperatur bessere Leiter der Wärme.

Durch das Aufgiessverfahren sind aber noch eine Anzahl weiterer Vortheile von besonderer Tragweite und Bedeutung erzielt worden.

Erstens hat dadurch, dass man die kalorische Energie zuerst im Tiegel bereitet, d. h. aufspeichert — eine Operation, die infolge der Reactionsgeschwindigkeit je nach der Menge in einigen Minuten vollzogen ist — und sodann auf die zu verschweisenden Stücke innerhalb einiger Sekunden überträgt, eine erhebliche, sagen wir sechzigfache

Energieconcentration stattgefunden, da, während die Reaction im Tiegel ausgeführt wird, ein nennenswerther Wärmeverlust nicht stattfindet.

Zweitens ist dadurch, dass die zu benötigende Wärmemenge stets in Form einer empirisch festgestellten Menge Thermit abgewogen oder auch abgemessen werden kann, zum ersten Mal ein Schweißverfahren ausgearbeitet worden, bei dem nicht das geübte Auge des Schweißers in erster Linie maassgebend ist für die dem Schweißstück zu ertheilende Wärme. Die Folge davon ist, dass diese aluminothermischen Schweißungen leicht von Arbeitern, selbst jugendlichen, ausgeführt werden, so dass besonders geschulte Handwerker hierfür entbehrlich sind.

Drittens vollzieht sich, da infolge dieser Giessmethode ein sofortiges Einhüllen der Schweißstelle stattfindet, die Schweißung unter völligem Luftabschluss, so dass die Atmosphärierilien — besonders der Luftsauerstoff — auf die Schweißstelle nicht einwirken können; es bleibt also die Oberfläche der Schweißstelle unverändert unter der Schutzdecke von Corund. Das ist nicht von zu unterschätzender Bedeutung und giebt mit einer Erklärung für die vorzüglichen Schweißungen, die mit diesem Verfahren erzielt werden.

Viertens wird durch diese Methode eine stets vortheilhafte langsame Abkühlung der Schweißstelle lediglich dadurch hervorgerufen, dass die um die Schweißstelle erstarnte Masse erst nach beliebiger Zeit abgeschlagen zu werden braucht.

Schliesslich ist dadurch, dass der ganze Tiegelinhalt, d. h. Corund sowohl wie Metall, zur thermischen Ausnutzung gelangt, eine wesentliche Verbilligung des Verfahrens eingetreten, so dass die Verschweissung in Bezug auf Preis stets in Concurrenz treten kann mit einer soliden Verlaschung, und zwar gilt dies nicht nur von Eisenbahnschienen, sondern, wie Calculationen ergeben haben, auch von Eisenträgern ganz allgemein.

Selbstverständlich ist beim Eingießen eine Vorsicht unter allen Umständen zu beobachten, eine Vorsicht, die aber sehr leicht einzuhalten ist. Da das heisse aluminogenetische Metall, direct mit dem Werkstück in Berührung gebracht, sofort mit diesem verschmilzt, so darf beim Ausgießen des Tiegels nie das Metall auf eine noch nicht vom Corund umhüllte Stelle gegossen werden. Man giesst am besten den ganzen Tiegelinhalt an ein und derselben Stelle der Form aus, besonders bei kleineren Schweißungen, während man bei umfangreicherer

Schweißungen zuerst einen grösseren Theil der Oberfläche des Schweißstückes mit Corund übergießen kann.

Um Ihnen jetzt, meine Herren, den eigenartigen Vorgang beim Giessverfahren zu demonstrieren, habe ich hier eine Aneinander-schweissung zweier schmiedeeiserner Rohrstücke in wagrechter sowie in senkrechter Lage derselben vorbereitet. Die Einrichtung ist nach dem oben Gesagten wohl sofort verständlich: Mit Hülfe eines Klemmapparates sind die rechtwinklig abgeschnittenen und sauber gefeilten Enden stumpf zusammengepresst (siehe Fig. 3).

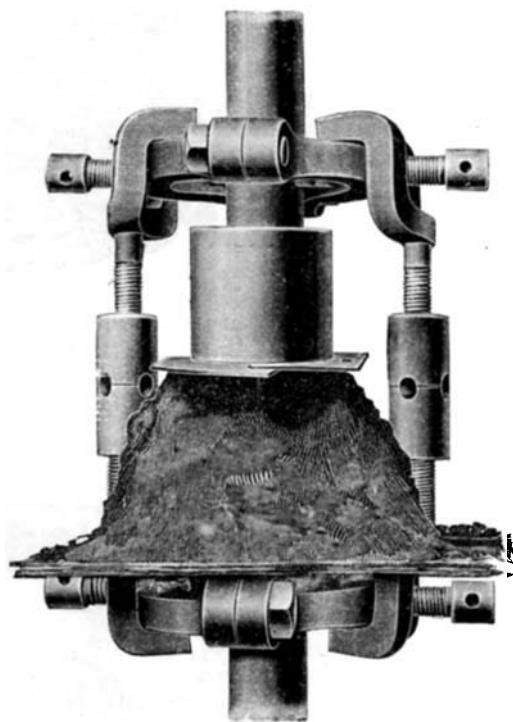


Fig. 5.  
Eingussform für Rohrschweißungen bei senkrechter Lage der Rohre.

Eine kleine Blechform passender Grösse (siehe Fig. 4 u. 5), aussen mit feuchtem Sand umstopft, der seinerseits wiederum durch einen darunterhängenden Kasten zusammengehalten wird, umgibt die Schweißstelle gleichmässig (siehe Fig. 6).

In einem Tiegel wird sodann das Thermit vorbereitet und sofort in die Form gegossen. Nachdem die Schweißtemperatur eingetreten, ist es nöthig, die Schrauben des Klemmapparats um einen Gang anzuziehen, um den zum Schweißen nöthigen Druck zu verstärken. Bei diesem dreizölligen Rohr von 4 mm Wandstärke werden 2,25 kg Thermit gebraucht; der Abstand der Blechform von der Rohrwand beträgt 18 mm und die Länge der Form 80 mm. Die Schweiß-

temperatur tritt 1,5 Minuten nach dem Eingiessen ein (siehe Fig. 7).

Um Rohre der gebräuchlichen Weiten und Stärken aneinander zu schweissen, ist eine Tabelle ausgearbeitet, aus welcher Grösse der Form, Menge des anzuwendenden Thermits u. s. w. genau zu ersehen ist. Diese Tabelle nebst genauer Beschreibung des Rohrschweissverfahrens findet sich in Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, No. 16 vom 14. 4. 1900, Installateur No. 10 vom 9. 3. 1900, Licht

Diese Rohrschweissung bildet ein weiteres und zwar sehr ausgedehntes Anwendungsgebiet der aluminothermischen Schweissverfahren, das erst neuerdings ausgebildet worden ist, aber bereits in einer Anzahl von kleineren und grossen Werken — und auch chemischen Fabriken — festen Fuss gefasst hat.

Wie Sie sehen, kann diese Rohrschweissung in allen Lagen des Rohres vorgenommen werden, also auch beim Verlegen selbst, und kann somit die Flanschenverbin-

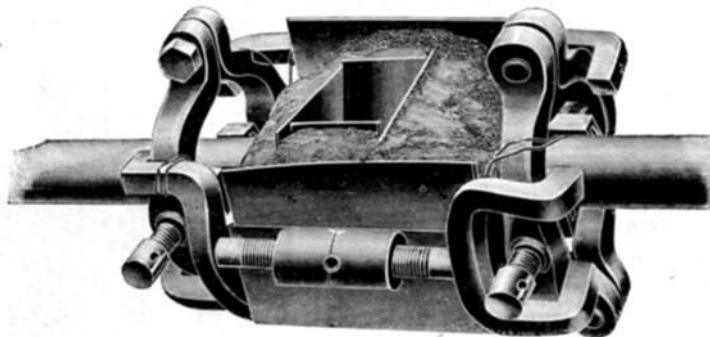


Fig. 6.  
Rohre, zum Eingiessen des „Thermits“ fertig vorbereitet.

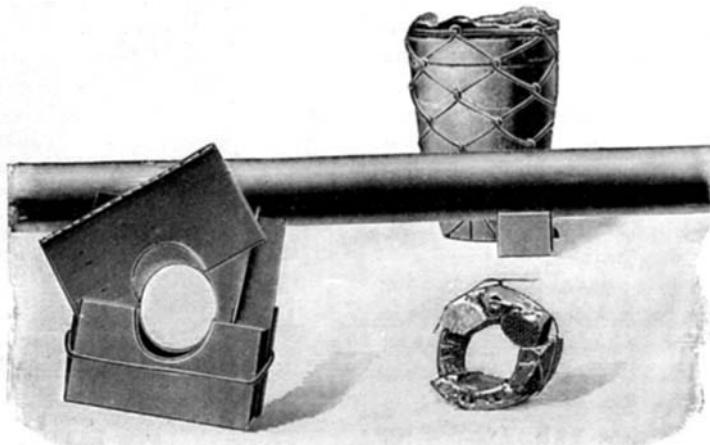


Fig. 7.  
Verschweisste Rohre mit zugehörigem Tiegel, abgeschlagener Form und abgeschlagener Masse.

und Wasser No. 13 vom 31. 3. 1900, Kraft und Licht No. 10 vom 10. 3. 1900, Zeitschrift für Lüftung und Heizung No. 6, 7 und 8 1900 etc.<sup>1)</sup>). Neuerdings hat das Schweissverfahren, da es gelungen ist, das Thermit wirkungsvoller herzustellen und auszunutzen, eine erhebliche Verbilligung erfahren: es wird jetzt etwa  $\frac{1}{3}$  weniger Thermit verwendet als in der angeführten Tabelle angegeben ist! Dementsprechend ist eine neue Tabelle ausgearbeitet.

<sup>1)</sup> Separatabzüge werden auf Verlangen den Interessenten seitens der Chemischen Thermoindustrie G. m. b. H. Essen a. d. R. zugeschickt.

dung ersetzen. Die Vortheile, die eine Schweissung vor einer Flanschenverbindung besitzt, sind so in die Augen fallend, dass sie kaum in diesem Zuhörerkreis noch besonders hervorgehoben zu werden brauchen.

Die Festigkeit der so hergestellten Schweissungen ist eine ganz vorzügliche und entspricht den höchsten Anforderungen (siehe Fig. 8). Die Rohre haben, wie wiederholt angestellte Versuche bewiesen haben, einen Druck von 400 Atm. und darüber ausgehalten.

Auch bei Versuchen, die Schweissstelle zu zerschlagen, hat sich herausgestellt, dass die Rohre eher in der Längsrichtung zer-

platzen, als die nach diesem Verfahren hergestellte Querschweissung (siehe Fig. 9).

Derartig geschweiste Rohre lassen sich an der Schweißstelle in jedem gewünschten Radius in kaltem Zustande umbiegen (s. Fig. 10).

Die Kosten der Rohrschweissung stellen sich für den Consumenten erheblich billiger wie eine Flanschen- oder eine gute Muffenverbindung, wobei aber noch zu berücksichtigen ist, dass diese letzteren Verbin-

verbindungen für diese Rohrstärke nicht unter 5—7 Mk. zu beschaffen. Flanschenverbindungen, die 100—200 Atm. Druck aushalten sollen — von 400 ganz abgesehen — stellen sich natürlich unverhältnismässig höher ein.

Allen diesen Vortheilen gegenüber könnte wohl nur ein einziger Nachtheil angeführt werden: Das schwierige Lösen der Ver- schweissung gegenüber dem leichten Aus- einanderschrauben der Flanschenverbindung.



Fig. 8.

Zerreissstab aus verschweisstem Rohr. In der Mitte desselben angefertigte Fläche, auf welcher die Schweißstelle nichtbar. Festigkeit: 36,8 pro qmm, Dehnung: 11,5 Proc. Festigkeit des ungeschweissten Materials: 38,5 pro qmm Dehnung: 15 Proc.

dungen zumeist nur 15—30 Atm. wider- stehen. Um in dieser Hinsicht einen An- haltpunkt zu geben, sei bemerkt, dass eine Verschweissung zweier Rohre von 50 mm innerem Durchmesser je nach ihrer von



Fig. 9.

Rohre, die beim Flachschlagen in der Längsrichtung geplattet sind, während die in der Mitte der Rohrenden befindliche Querschweissung intact blieb.

2,5—6 mm betragenden Wandstärke M. 2,50 bis M. 4,— incl. Tiegel, Formverschleiss und Arbeitslohn kostet. Bei diesen Preisen sind die mehr oder minder grosse Anzahl der vorzunehmenden Verschweissungen noch zu berücksichtigen, so dass diese Zahlen als Mittelwerthe zu betrachten sind. Bekanntlich ist eine einigermaassen solide Flanschen-

Es ist von vornherein als selbstverständlich zu betrachten, dass man Rohrleitungen, die man in kurzer Zeit wieder zu verlegen oder zu verändern gedenkt, nicht verschweissen wird. Die Anzahl derartiger Leitungen ist aber im Verhältniss zu denen, die in ab- sehbarer Zeit einer Änderung nicht unter-worfen werden sollen, recht gering. Auf der anderen Seite wird man aber bei solchen Rohrleitungen, für welche eine Änderung



Fig. 10.  
An der Schweißstelle in kaltem Zustande gebogenes Rohr.

nicht gleich bei Anlage in Aussicht genommen wird, nicht sämmtliche Verbindungen verschweissen, sondern ab und zu eine leichter lösbare Verbindung einsetzen, damit man jederzeit mit Leichtigkeit neue Leitungen abzweigen kann.

Wie jeder Praktiker sich jedoch sagen wird, kann man mit dem Zwischensetzen von Flanschen recht sparsam sein, da das Durchsägen eines Rohres mit verhältniss- mässig wenig Arbeit verbunden ist und kaum mehr Mühe verursacht als das Lösen einer alten verrosteten Muffenverbindung, die nur mit Hülfe von Meissel und Hammer vom Rohr getrennt werden kann.

Schliesslich ist auch noch zu erwähnen, dass das Zwischensetzen eines T-Stückes nach dem neuen Verfahren an Ort und Stelle vorgenommen wird, ohne dass man gezwungen ist, das betreffende Rohr zu demontiren.

Dass man der Ausdehnung der aneinandergeschweissten Dampfrohre eben so wie der mit Flanschen oder Muffen verbundenen Rechnung trägt durch Einsetzen von Compensationsstücken, sog. Omega ( $\Omega$ ) - Röhren, oder solchen mit Stopfbüchsenführung, braucht wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Trotz der grossen Neuheit dieses Verfahrens hat dasselbe, wie erwähnt, bereits in vielen Betrieben Eingang gefunden, und es eröffnet sich ihm ein weites Feld.

Das Verfahren bietet also nach den obigen Ausführungen folgende Vortheile gegenüber den bisher bekannten Methoden der Verbindung von schmiedeeisernen Rohren:

1. Es kann überall in allen beliebigen Lagen und an allen Rohrlängen ausgeführt werden.

2. Zur Ausführung sind weder Maschinen oder schwere Apparate noch eingübte Handwerker erforderlich, sondern das Verfahren kann selbst von jugendlichen Arbeitern schnell erlernt werden.

3. Das Zusammenschweissen ist wesentlich billiger als eine Flanschen- oder gute Muffenverbindung.

4. Eine Unterhaltung ist nicht erforderlich, da die Leitung weder Packungen noch Dichtungen bedarf.

Am meisten machen diese Vortheile sich dort geltend, wo es sich um hohe Drucke handelt.

Für die chemische Industrie hat dieses Rohrschweissverfahren zweifellos besonderes Interesse, wie ich nicht nur aus der eigenen Praxis erfahren habe; es ist mir auch von Collegen, die das Verfahren für ihre Betriebe eingeführt haben, durchaus bestätigt worden. Wie wertvoll sind verschweisste Rohrleitungen für Materialien, die alle bekannten Dichtungen mit der Zeit angreifen. Ich erwähne vor Allem die Leitungen auf den Theerdestillationen. Gerade hier hat sich das Verschweissen der Rohre mit besonderem Vortheile eingeführt. Ein willkommenes Mittel giebt es auch den Besitzern von Petroleumleitungen, ihre Rohrsysteme mit Hülfe dieser Verschweissung ständig dicht zu halten. Nicht minder hat es die Aufmerksamkeit der Acetyleniker erregt, da auch diese jetzt ein Mittel an der Hand haben, die nicht unbedeutenden Gasverluste, die aus den nicht dicht zu haltenden Verpackungen der Verbindungsstellen der Rohre auftreten, sehr erheblich einzuschränken.

Weiter erwähne ich als besonders wichtig die Verschweissung der Leitungen für Kühl anlagen; die Rohre können dann auch glatt mit Isolirmasse versehen werden. Wie sehr gerade bei Kühl anlagen ein Bedürfniss vor liegt, glatte, durchgehend verschweisste Leitungen zu besitzen, mag aus dem Umstande ersehen werden, dass die Chemische Thermo Industrie in Essen a. d. Ruhr, die das Verfahren im Allgemeinen einfach durch Verkauf des Thermits licenciert, kürzlich von einem südamerikanischen Hause, welches das Rohrschweissverfahren aus einer Brochüre, in der ich eine genaue Gebrauchsanweisung gegeben habe, kennen gelernt hatte, besonders für Eismaschinen-Leitungen eine Bestellung für rund tausend Schweissungen erhielt. Sie sehen auch daraus, dass das Verfahren bereits in weiteste Kreise eingedrungen und als praktisch erkannt worden ist.

Nicht vergessen möchte ich, auch noch die Wichtigkeit der Rohrschweissung — also möglichste Vermeidung von Dichtungen und Verschraubungen — bei der Darstellung von comprimirten Gasen aller Art besonders hervorzuheben.

Die Rohrschweissungen werden auch vielfach in den Fabriken zur Darstellung von Rohrschlangen angewendet. Es können in dem Falle die Schweissungen erfolgen, nachdem die Rohre entsprechend gebogen sind. Und dies giebt wieder ein Mittel in die Hand, auch in Gefässen verschweisste Rohrschlangen einzulegen, deren einzelne Enden erst im Inneren des Gefässes zusammengeschweisst werden können, nachdem Stück für Stück durch ein Mannloch eingeschoben worden ist. Derartige Schweissungen, die bisher natürlich mit einer anderen Methode gänzlich ausgeschlossen waren, sind schon vielfach auf den Werken, die mein Verfahren adoptirt haben, mit Leichtigkeit ausgeführt worden.

Es sei mir gestattet, jetzt nochmals auf die Schienenschweissung zurückzukommen, die ja allerdings für den Chemiker speciell weniger directes Interesse darbieten dürfte. Eine solche Schweissung möchte ich Ihnen aber doch vorführen, schon damit Sie sehen, dass auch eine Schweissung grösserer Stücke genau so einfach und glatt verläuft wie eine Rohrschweissung (siehe Fig. 11).

Bei dieser Gelegenheit will ich kurz die Vortheile anführen, die eine Schweissung gegenüber der Verlaschung der Schienen in sich trägt. Dieselben sind zuerst constructiver Natur; dadurch dass die Verschraubungen fortfallen, ist ein durchlaufendes, gleichförmiges Gestänge geschaffen. Dies bedingt einen gleichmässig herzustellenden Anschluss

der Schiene an das Strassenpflaster, der durch die vorstehenden Laschenverbindungen erschwert resp. gestört wird. Ferner laufen die Wagen glatt über die Verbindung der Schiene fort, es tritt also eine grosse Schonung des Oberbaues sowohl wie des rollenden Materials ein, während die Laschenverbindungen, auch die kräftigsten, nicht im Stande sind, die Schienenenden dauernd so fest miteinander zu verbinden, dass nicht mit der Zeit ein Lösen der Schrauben eintritt, wodurch ein Lockerwerden des ganzen Stosses hervorgerufen wird, ein Übel, das sich, wie leicht begreiflich, ständig während des Betriebes vergrössert. Die Wagen beginnen am Schienentoss zu schlagen und führen somit eine besonders starke Abnutzung dieser Stellen herbei.

schweig zwei grössere Strecken der elektrischen Bahnen verschweisst worden. Ferner ist in Hannover eine Strecke im belebtesten Theile der Stadt, in der Nordmannstrasse, verschweisst. In Hamburg, Berlin, Dresden, Plauen, Aachen etc. sind die Arbeiten im Gange oder beginnen in nächster Zeit. Einige der Bahnen haben bereits Nachbestellungen erfolgen lassen.

Die Schweissungen haben sich laut ausgestellten Zeugnissen der Strassenbahngesellschaften vorzüglich bewährt. Die Ausführung ist glatt und schnell verlaufen, die Schweissstellen sind fast nicht zu erkennen und beim Übersfahren nicht wahrnehmbar.

Da die Schienen der elektrischen Bahnen fest im Erdboden oder Pflaster liegen, so übt die wechselnde Temperatur mit ihrem

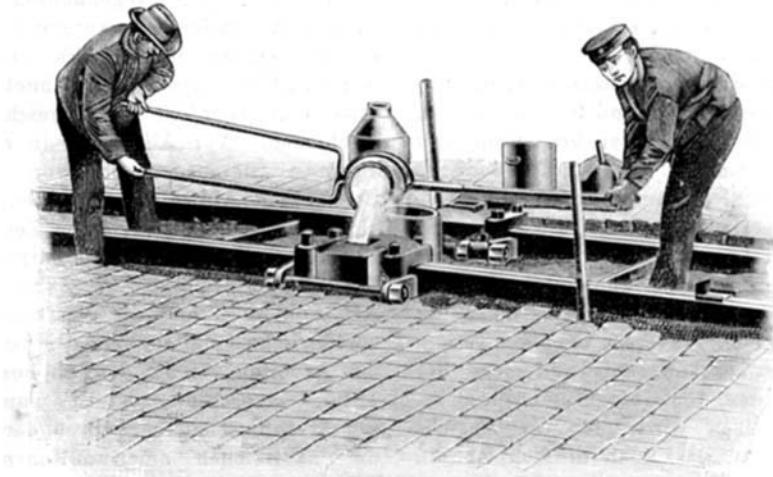


Fig. 11.  
Schienenschweissen auf der Strecke in Braunschweig, Friedrich-Wilhelmsplatz, Mai 1900.  
(Nach einer Momentaufnahme.)

Um dem Lockerwerden der Laschen entgegen zu wirken, muss in gewissen Zeiträumen ein Anziehen der Schrauben stattfinden, ein Unterstopfen des Stosses und schliesslich eine theilweise Erneuerung der Laschen und des dazu gehörigen Kleineisenzeuges eintreten. Diese Kosten werden bei den Strassenbahnen noch wesentlich dadurch erhöht, dass ein Aufreissen des Pflasters bedingt wird.

Alle diese Uebelstände sind gänzlich vermieden, sobald der Stoss verschweisst ist; ein Lockerwerden desselben kann dann nicht mehr erfolgen. In Essen liegen zwei Probestrecken derartig verschweisster Schienen seit Jahresfrist in ständigem Betriebe. Es haben daraufhin eine Anzahl in- und ausländischer Verwaltungen beschlossen, einen Theil ihrer Geleise verschweissen zu lassen. Vor einigen Monaten sind in Braunschweig zwei grössere Strecken der elektrischen Bahnen verschweisst worden. Ferner ist in Hannover eine Strecke im belebtesten Theile der Stadt, in der Nordmannstrasse, verschweisst. In Hamburg, Berlin, Dresden, Plauen, Aachen etc. sind die Arbeiten im Gange oder beginnen in nächster Zeit. Einige der Bahnen haben bereits Nachbestellungen erfolgen lassen.

Zusammenziehen und Ausdehnen der Schienen nicht den Einfluss aus wie bei den frei-liegenden Schienen der Hauptbahnen. Es ist deswegen auch beim Zusammenschweissen langer Strecken jener Strassenbahnschienen ein Ausbiegen bei Sommerhitze oder ein Reissen bei Frost nicht zu befürchten, wie nicht nur Berechnungen ergaben, sondern auch eine Versuchsstrecke erwiesen hat. Diese Prüfungen wurden bereits im vergangenen Sommer auf einer verschweissten Linie derart angestellt, dass eine Strecke von 100 Meter mehrere Stunden durch ein Gemisch von Eis und Salz abgekühlt wurde.

Auch die Hauptbahnen nehmen grosses Interesse an diesem einfachen und billigen Schweissverfahren. Bei diesen wird man allerdings nicht ohne Weiteres dazu übergehen können, sämmtliche Stösse zu verschweissen, wie dies sicherlich bei den im

Pflaster liegenden Schienen möglich ist. Verlegen doch eine grosse Anzahl von Strassenbahnen, z. B. die Grosse Berliner Strassenbahngesellschaft, ihre sämmtlichen Geleise ohne jedwede Zwischenräume am Stoss; ja dieselbe hat sämmtliche vorhandenen Fugen mit Hülfe von Stahlblechen auskeilen lassen.

Wie weit auch die freiliegenden Geleise verschweisst werden können, kann nicht ohne Weiteres beantwortet werden, da noch zu wenige Erfahrungen vorliegen. Aber schon die Thatsache, dass man früher nur 6 Meter lange Schienen verlegte, während man jetzt vielfach solche von 18 Meter wählt, ohne dabei den Zwischenraum bei letzteren dreimal so gross nehmen zu müssen, giebt Veranlassung zu der Annahme, das Schienengestänge noch weiter einheitlich ausdehnen zu können, ohne gezwungen zu sein, die jeweiligen Zwischenräume, die Dilatationen, zu gross wählen zu müssen.

Vor Allem dürften technisch kaum Bedenken vorliegen, die 6 und 9 Meter langen Schienen je drei und drei bez. zwei und zwei zu verschweissen. Es würden dadurch an manchen Stellen gewiss grosse Betriebsvortheile zu erzielen sein. Die Verschweisung grösserer Längen freiliegenden Geleises wird selbstverständlich abhängig sein beispielsweise von der Art der Befestigung der Schienen mit den Traversen oder Schwellen, von der Bodenbeschaffenheit und Lage der Trace, vom Klima, von Curven u. dergl. mehr.

In Fachkreisen wird auch die Ansicht allgemein gehegt, dass man die Schienen in Tunnels sämmtlich verschweissen könne, wodurch ein grosser nicht zu unterschätzender Vortheil entstünde, indem die unangenehmen Geleisearbeiten dann auf ein sehr Geringes dort beschränkt werden würden. In den Tunnels ist die Temperatur eine sehr gleichmässige und die Schienen sind daselbst, wie eingehende Versuche erwiesen haben, vor dem infolge erhöhter Temperatur entstehenden Ausdehnen bez. Ausbiegen, der sog. Wanderung, geschützt.

Noch ein wichtiger Punkt spricht für die Verschweisung der Schienen, und dieser mag wieder mehr Interesse für den Chemiker resp. Elektrochemiker bieten. Es ist nämlich eine gute elektrische Verbindung der Schienen untereinander für den Betrieb von elektrischen Strassenbahnen, bei denen der Strom durch die Schienen zurückgeleitet wird, von ausserordentlicher Wichtigkeit. Die bisher hierfür fast allgemein in Verwendung genommenen Kupferverbinder, die jeden Schienenstoss überbrücken, lösen diese Aufgabe nur sehr mangelhaft, da bekanntlich Kupfer und Eisen im feuchten Erdboden

einen galvanischen Strom liefern; es entsteht eine elektrolytische Zersetzung an der Contactstelle, wodurch dieselbe leidet und mit der Zeit ganz zerstört werden kann. Die Folge davon ist, dass sich der Rückstrom einen anderen Weg als durch die Schienen suchen muss. Er findet denselben zumeist in den Röhren der städtischen Gas- und Wasserleitungen und, da nun zwischen Schienen und diesen Leitungen eine Potentialdifferenz — oft von mehreren Volt — auftritt, so findet zwischen Röhren und Schienen eine Elektrolyse statt, die in vielen Städten — auch Deutschlands — besonders aber in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, wo die Anlagen vielfach weniger sorgfältig installirt waren, eine geradezu verheerende Wirkung auf die Rohrnetze ausgeübt hat. Diese durch die sogenannten vagabondirenden Ströme hervorgerufenen Zerstörungen werden in Amerika kurz mit dem Namen „Electrolysis“ bezeichnet; es ist bereits eine ziemlich umfangreiche Litteratur erschienen. Vor Allem ist in Schilling's Journal (herausgegeben von Geheimrath Bunte) eine Abhandlung erschienen unter dem Titel: „Über elektrolytische Zerstörung von Rohrleitungen durch vagabondirende Ströme“ (cfr. No. 15, 16 u. 17 Jahrgang XLIII). Als Anhang haben die Verfasser eine sehr ausführliche Quellenangabe — beginnend mit den Arbeiten von Dr. Rasch aus dem Jahre 1894 — zusammengestellt, zum Theil mit kurzer Inhaltsangabe. Besonders sind auch die zahlreichen amerikanischen Veröffentlichungen über dieses Thema berücksichtigt. Vorher erschien die in der vorigen Arbeit gewürdigte und verbreitete Broschüre von Bauinspector J. Olshausen in Hamburg: „Elektrolytische Zerstörung von Rohrleitungen durch Erdströme.“ Als Manuscript gedruckt, München 1899. — Schon im Jahre 1895 erschien im Schilling'schen Journal S. 757 ein Aufsatz über „Elektrolytische Zerstörung von Gas- und Wasserleitungen durch vagabondirende Strassenbahn-Starkströme“, in dem als wirksamstes Mittel zur Bekämpfung dieser schädlichen Einflüsse bereits die Zusammenschweisung der Schienen — man dachte damals natürlich nur an die elektrische — an erster Stelle hervorgehoben wird.

Um diese vagabondirenden Ströme auf ein unschädliches Maass zu reduciren, wird jetzt von den Fachmännern wohl allgemein eine zuverlässige Schienenschweisung ganz besonders als notwendig vorgeschlagen. Durch eine Schienenschweisung werden vor Allem die theuren Rückleitungskabel gänzlich entbehrlich.

Aber selbst abgesehen von diesem Vortheil, den ein verschweisstes Bahnenetz darbietet, stellt sich dasselbe in der Unterhaltung — also in letzter Linie in den gesamten Anlagekosten — erheblich billiger als ein mit Hülfe von Laschen und Kupferverbindern hergestelltes. Die Berechnungen, die thatsächlichen Verschleissen am verlaschten Stoss entnommen sind, ergeben eine Ersparniß von rund 20 Proc. des Anlagecapitals mit capitalisirten Unterhaltungskosten bei verschweisstem Bahnenetz gegenüber einem mit Laschen und Kupferverbindern hergestellten, wenn letztere nur mit M. 18,30 eingesetzt sind, während der verschweisste Stoss mit M. 20,— bezahlt wird. Dabei

fast quantitativ abscheiden kann und dass dieses Eisen frei ist von Aluminium, sobald man nur einen gewissen Überschuss von Eisenoxyd anwendet. Verwendet man genügend reine Materialien, so erhält man demnach ein sehr reines, weiches, schmiedbares Eisen, was also annähernd in der Zusammensetzung dem weichen sogenannten schwedischen Holzkohleneisen gleichkommt. Man kann nun diesem aluminogenetischen Eisen und zwar schon in statu nascendi alle die Bestandtheile hinzufügen, die man für nöthig hält und die diesem Eisen die Eigenschaften eines Stahles geben. Man kann nicht nur durch Hinzufügen von Kohle und kobaltbaltigen Stoffen zum Thermit eine Kohlung

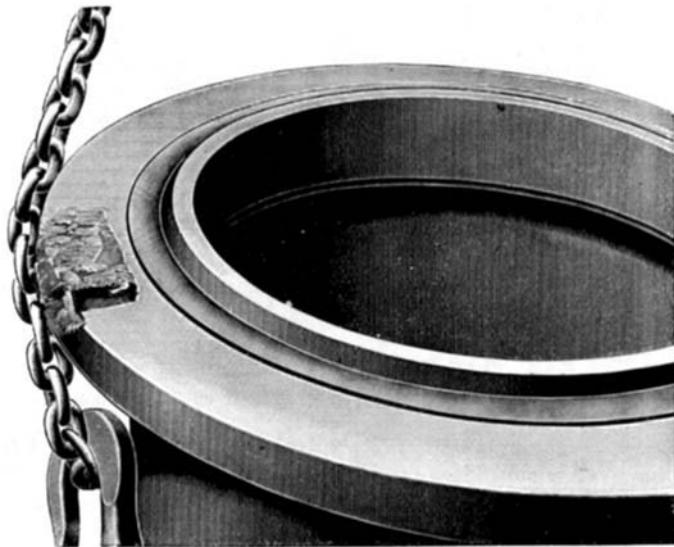


Fig. 12.  
Ausbossorn fehlerhafter Stahlgusse. Ausgegossener Lunker, unbearbeitet.

ist die Berechnung in Bezug auf den verschweissten Stoss noch besonders ungünstig gewählt. Auch wenn an Stelle der billigen erwähnten Laschen starke Fusslaschen genommen werden, die reichlich denselben Preis haben, wie die angegebenen Verschweißungskosten, tritt eine erhebliche Ersparniß in den Unterhaltungskosten des verschweissten Geleises ein\*).

Noch ein Gebiet möchte ich kurz beschreiben, auf dem sich das Verfahren bereits in mehreren Betrieben dauernd praktische Anwendung verschafft hat, weil dies besonders auch wieder für den Chemiker resp. Hüttenmann von Interesse sein wird.

Ich fand, dass man aus einem Gemisch eines Eisenoxydes mit Aluminium das Eisen

bewirken, sondern ferner auch beispielsweise 1 Proc. Mangan, 4 Proc. Nickel etc. hinzulegiren. Zur richtigen Bereitung eines solchen Stahlthermitis von bestimmter und gewünschter Zusammensetzung gehört allerdings Übung und Erfahrung, da eine ganze Reihe von Nebenumständen zu berücksichtigen sind, die zum Theil erst die Praxis gelehrt hat, und deren genaue Beschreibung hier zu weit führen würde.

Diese Möglichkeit, Eisen oder Stahl verschiedenartigster Zusammensetzung mit einer Temperatur von etwa 3000° C. in beliebiger Menge schnell und in so einfacher Weise herzustellen, hat ein Verfahren in die Hand gegeben, fehlerhafte, schadhafe und vor Allem auch abgenutzte Stahlguss- und Schmiedestücke mit diesem hoherhitzten Eisen auszubessern. Denn dieses weit über seinen Schmelzpunkt erhitze Eisen hat die Eigenschaft, falls beispielsweise in eine Höhlung eines Eisenblocks eingegossen, die Wände

\*) Vergl. Mittheilungen des Vereins Deutscher Strassen- und Kleinbahnenverwaltungen. Heft 11, Jahrg. 1899; ferner besonders die Aufsätze von Oberingenieur K. Beyer, Schweizerische Bauzeitung Jahrg. 1900. Bd. XXXV No. 3 u. Bd. XXXVI No. 7.

derselben so schnell bis auf Schweißtemperatur zu bringen, dass sofort ein inniges Verschmelzen des eingegossenen Materials stattfindet. Das Verfahren setzt besonders da helfend ein, wo die bisherigen elektrischen Verfahren nicht mehr ausreichten, also beim Ausbessern grösserer Fehlstellen, sog. Lunker. (Siehe Fig. 12.) Das Verfahren hat sich aber auch für kleinere Ausbesserungen bestens bewährt. Natürlich dient das so hergestellte

gerufen, die nothwendig ist, falls man Löcher in die Platte einzubohren hat. Bisher bediente man sich für solches Enthärten eines kleinen Knallgasgebläses, womit die Arbeit aber nur ausserordentlich langwierig von statten ging.

Eine grosse Anzahl weiterer Anwendungen auf den verschiedensten Gebieten sind zum Theil in Ausarbeitung, zum Theil in Aussicht genommen, so dass ich die Hoffnung auszu-

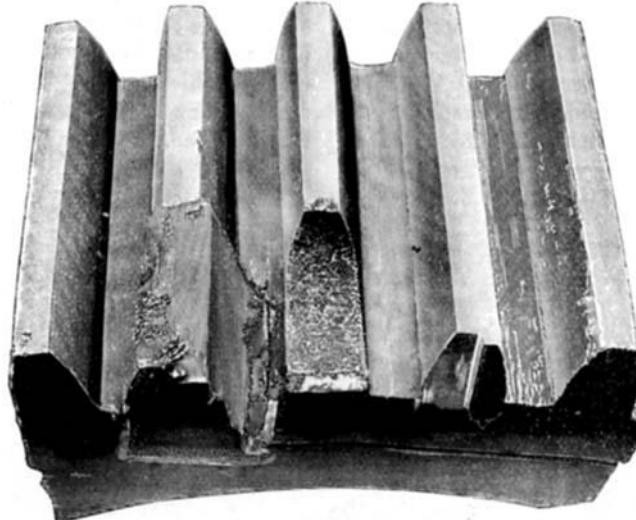


Fig. 13.

Zahnrad-Abschnitt mit abgebrochenem Zahn, mit unbearbeiteter und bearbeiteter Aufschweissung.

Eisen auch dazu, Verstärkungen aufzugiessen, ausgesprungene Zähne von Zahnrädern anzusetzen etc. (Siehe Fig. 13.)

In allen Fällen hat es sich durch angestellte Festigkeitsproben aller Art gezeigt, dass die so hergestellten Stücke völlig den Ansprüchen des im Werkstück selbst verwendeten Materials entsprechen, falls die nothwendigen Bedingungen — die aber durchaus einfacher Art sind — bei Ausführung dieser Anschweissungen eingehalten werden.

In „Stahl und Eisen“, 20. Jahrgang vom 1. Juni 1900, im Heft 11, Seite 576—579, ist eine genaue Beschreibung zur Ausführung dieses Verfahrens angegeben. In der gleichen Nummer findet sich auch auf Seite 612 eine kürzere Notiz über das Enthärten von Panzerplatten nach dem aluminothermischen Verfahren. Dieses beruht darauf, dass auf die betreffende Stelle eine gewisse Menge flüssigen Thermit aus einem Tiegel in oben beschriebener Weise aufgegossen wird. Unter dieser Hitzewirkung auf die eine Stelle und darauf folgender langsamer Abkühlung derselben, die einfach dadurch hervorgerufen wird, dass die aufgegossene Masse erst nach einiger Zeit abgehoben wird, wird ein durchgehendes Enthärten einer beliebig umgrenzten kleinen oder grossen Stelle hervor-

sprechen wage, dass die Aluminothermie in absehbarer Zeit ein wichtiges, vielleicht unentbehrliches Hülfsmittel für sehr viele Zweige der Technik werden wird.

#### Versuche über mechanische Klärung der Abwässer der Stadt Hannover.

Von Dr. Franz Schwarz, Director des chemischen Untersuchungs-Amts der Stadt Hannover.

Die Stadt Hannover hat in den Jahren 1892—1898 eine neue Canalisation nach dem einheitlichen Schwemmsystem erbaut. Die Canäle nehmen demnach von den Grundstücken und Strassen die Abwässer aller Art einschliesslich der Fäkalien auf; ferngehalten werden nur die groben Unratstoffe des Abwassers, welche vor Eintritt desselben in die Canäle durch Einläufe mit Schlammfängen, Syphons etc. abgefangen werden.

Die gesammten Abwässer laufen in einem an der Leine gelegenen Sammelschacht, dem sog. Sandfang, zusammen, aus welchem sie durch Pumpmaschinen entnommen und unterhalb Hannovers in die Leine geführt werden. In dem Sandfang findet auch noch eine gewisse mechanische Reinigung statt. Die