ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1822, EILFTES STÜCK.

I.

Der HH. STÖDART, F.R.S., und FARADAY,
chem. Assst. an d. Roy. Inst. in London,

Fortsetzung im Großen, ihrer Versuche über die Legirungen des Stahls, in der Absicht ihn zu verbessern.

Frei übersetzt von Gilbert *).

Die Legirungen des Stahls, welche wir bei den Versuchen aufgefunden hatten, die von uns im Kleinen in dem Laboratorium der Royal Institution gemeinschaftlich sind angestellt worden, haben sich seitdem mehrfach als gut bewährt, und man hat an unserer Untersuchung im Inlande und im Auslande lebhaft Theil

*) Aus den Schriften der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London auf das J. 1822. Je höher und allgemeiner das Interesse dieser wichtigen Arbeit ist, desto weniger säume ich sie meinen Lesern vorzulegen. Sie finden meine freie Uebersetzung der frühern Versuche in diesen Annal. J. 1820 St. 10 (B. 66 S. 182); und im Jahrg. 1821 St. 10, (B. 69 S. 157) des Hrn Rathshrn Fischer's in Schaffhausen Bericht von seiner Wiederholung mancher derselben. *Güb.*

genommen. Dieses hat uns aufgemuntert, unsere Arbeit fortzusetzen und in das Grofse auszu dehnen. Wir können uns jetzt das Vergnügen machen anzuzeigen, daß ähnliche Legirungen als unsere früheren, zum Gebrauch der Fabriken von uns im Grofsen sind ausgeführt worden, und daß sie sich uns in jeder Hinsicht gleich vortrefflich, wenn nicht selbst noch vorzüglicher, bewiesen haben, als die in dem Laboratorium im Kleinen bereiteten. Bevor wir jedoch unsere Arbeit so erweiterten, sind die vorigen Versuche von uns sorgfältig wiederholt und ihnen noch einige neue Versuche über die Legirungen des Stahls mit Palladium, mit Iridium und Osmium, und mit Chromium beigefügt worden. Diese neue Reihe von Versuchen glückte uns besonders, denn durch unsere früheren Versuche hatten wir uns die gehörige Geschicklichkeit im Behandeln der Oefen zu eigen gemacht, und es war uns geglückt die besten Brennmaterialien zu diesem Zweck uns zu verschaffen. Das Laboratorium der Royal Institution gewährte uns zwar viele Vortheile, aber doch wurden die Versuche oft schwierig durch unvermuthete und manchmal nicht leicht zu beseitigende Hindernisse. Daß die Schmelztiegel die ausnehmend hohen Hitzegrade nicht aushielten, war unter diesen Hindernissen das, welches uns am mehrsten in Verlegenheit setzte. Wir haben bis jetzt noch keinen Tiegel finden können, der der Hitze widerstände, welche nöthig ist um das Titanium völlig zu reduciren, und daß diese Reduction noch je vollkommen bewirkt worden sey, müssen wir bezweifeln. Unsere Oefen reichen zu derselben hin (giebt

es überhaupt welche, die es vermögen) *); aber von allen uns bis jetzt bekannt gewordenen Arten von Tiegeln, hielt keine diese strenge Hitze aus.

Die Metalle, welche mit Stahl die brauchbarsten Legirungen geben, sind: *Silber*, *Platin*, *Rhodium*, *Iridium* und *Osmium*, und *Palladium*. Wir haben diese Legirungen alle im Großen ausgeführt, die letzte ausgenommen, da wir mit *Palladium* aus begreiflichen Ursachen sparsam umgehn mußten; nur 4 Pfund Stahl konnten wir auf einem Male mit dem hundert Theile Palladium zusammen schmelzen, welches eine Verbindung gab, die von vielem Werthe, besonders für solche schneidende Werkzeuge ist, deren Schneide vollkommen glatt seyn muß **). Wir sind so glücklich gewesen, daß uns Hr. Dr. Wollaston fortwährend seinen Beistand zukommen ließ, bei allen Fortschritten die wir machten; er verfaß uns mit den seltenen und kostbaren Metallen, die wir zu diesen Legirungen nöthig hatten, und das so reichlich, daß wir uns in den Stand gesetzt sahen, den Schauplatz unserer Versuche aus dem Laboratorium in eine Gussstahlfabrik und in deren mächtigen Ofen zu versetzen. Dieses nöthigte uns indeß Sheffield zu dem Schauplatz unserer Schmelzungen zu machen, und da unsere gewöhnlichen Geschäfte es uns nicht erlaubten dort persönlich anwesend zu seyn, so vertrauten wir das Schmelzen einem erfahrenen Manne an, der unser

*) Wir schmelzen in unsern Oefen Rhodium, und selbst, obschon auf eine unvollkommene Weise, Platin in Schmelztiegeln.

**) *that require perfect smoothness of the edge.*

Vertranten hatte. Wir überschickten ihm den Stahl und das damit zu legirende Metall nach den bestimmten Verhältnissen und in dem günstigsten Zustande für den Erfolg, und wiesen ihn an, nur nach den in dem Tiegel befindlichen Metallen im Ganzen, und nach nichts weiter zu sehn, über den Tiegel während er in dem Ofen stände die Aufsicht zu führen, und ihn nicht eher in den Eingufs auszugießen, als bis die Legirung eine geraume Zeit lang in dem Zustande von Dünnflüssigkeit gewesen sey. Der gegossene Zain wurde dann unter der Aufsicht des nämlichen Mannes auf dem Zainhammer (*tilting-mill*) in Stangen von schicklicher Gröfse geschmiedet, bei nicht höherer Temperatur als eben hinreichte das Metall unter dem Zainhammer (*tilt-hammer*) hämmerbar zu machen. In diesem Zustande erhielten wir die Legirung zurück, um sie mechanisch und chemisch zu prüfen, und verglichen sie mit den ähnlichen Erzeugnissen, die wir früher bei unsern Versuchen in dem Laboratorium erhalten hatten. Aus ihrem äußern Ansehn und aus ihrem Gefüge auf dem Bruch beim Zerschlagen mit dem Hammer, liefs sich ein ziemlich richtiges Urtheil über die Güte der Legirung im Allgemeinen fällen; es wurde dann irgend ein Instrument oder Werkzeug aus ihr geschmiedet und gehörig gehärtet und angelassen, und an diesem erprüften wir ihre Härte, Zähigkeit und andre Eigenschaften durch strenge Proben.

Uebersicht der frühern Versuche im Kleinen.

Es würde langweilig seyn, wollten wir in das Einzelne unserer früheren Versuche eingehn, welche wir

in dem Laboratorium der Royal Institution gemacht haben; folgende kurze Uebersicht derselben wird hier genügen. Zuerst versuchten wir mehrere Arten *meteorisches Eisen* nachzumachen durch Zusammenschmelzen von reinem Eisen mit 3 bis 10 Procent *Nickel*. Dann suchten wir Stahl mit *Silber* zu legiren, welches uns aber anfangs mißglückte, weil wir zu viel Silber genommen hatten. Nach manchen Versuchen fand sich, daß Stahl sich nur mit $\frac{3}{80}$ seines Gewichts an Silber verbindet; nimmt man mehr, so findet sich ein Theil des Silbers in Gestalt eines metallischen Thaues an dem Deckel und den Seiten des Tiegels, und der Metallkönig ist dann nur eine mechanische Mengung der beiden Metalle; denn es dringt während er sich beim Erkalten zusammenzieht Silber aus ihm hervor, und noch mehr Silber-Kügelchen werden beim Hämmern auf dem Ambos herausgetrieben; und wenn man dann das gehämmerte Stück mit verdünnter Schwefelsäure zerlegt, kommen Fäden oder Fasern Silber zum Vorschein, welche dem Stahle eingemengt waren, und manchmal aussehn wie Platin das mit Stahl zusammengeschweisst ist. Schmelzt man dagegen dem Stahle nur $\frac{3}{80}$ Silber zu, so zeigen sich weder Thau, noch Kügelchen, noch Fasern, indem dann beide Metalle sich vollkommen chemisch vereinigen, und es läßt sich dann das Silber bloß durch ein empfindliches chemisches Prüfungsmittel in dem Stahle entdecken.

Mit Platin und mit Rhodium verbindet sich der Stahl nach allen Verhältnissen, und wie es scheint auch mit Iridium und Osmium. Wir haben den Stahl in Zainen von 500 bis 2000 Gran mit 1 bis 80 Procent *Platin* vollkommen vereinigt erhalten. *Rhodium*

wurde dem Stahle von 1 bis 50 Procent mit Erfolg zugegeschmolzt; die Legirung aus gleichen Gewichtstheilen Rhodium und Stahl, welche das spec. Gewicht 9,176 hat, zeigt nach dem Poliren eine Oberfläche von der größten Schönheit und von einer Farbe, die sich für Metallspiegel nicht schöner denken läßt; auch roftet die Oberfläche nicht bei langem Liegen an der Luft. Gleiche Gew. theile *Platin* und Stahl geben ebenfalls eine gute Legirung, deren Oberfläche aber sehr krySTALLINISCH und deshalb zu Spiegeln ganz unbrauchbar ist. Wir hatten bei unsern Versuchen in dem Laboratorium gefunden, daß das beste Mischungs-Verhältniß für alle diese Legirungen (blos die mit Silber ausgenommen) erhalten wird durch einen Zusatz von $\frac{1}{100}$ des fremden Metalls zu dem Stahle, wenn es nämlich auf möglichste Güte desselben für schneidende Werkzeuge ankömmt. Dieses Mischungs-Verhältniß haben wir daher auch bei unsern Versuchen im Großen beibehalten. Noch müssen wir bemerken, daß wir beim Schmelzen der Metalle in dem Laboratorium nie irgend eine Art von Fluß gebraucht haben; auch nicht in einem Falle schien er uns nöthig zu seyn,

Erfolg der Versuche im Großen.

Da unter allen vorhin genannten Metallen, durch deren Beimischung die Güte des Stahls vorzüglich erhöht wird, das *Silber* bei weitem das wohlfeilste ist, so fingen wir mit demselben unsere Versuche im Großen an. Wir schickten unserm Geschäftsführer 8 Pfund sehr guten Indischen Stahl (*Wootz*) und $\frac{1}{100}$ dieses Gewichts reines Silber. Ein Theil der Legirung ging verloren wegen eines Fehlers in dem Einguß, doch wurde

hinlänglich viel gerettet, daß wir uns über den Erfolg des Versuchs vollständig belehren konnten. Oberfläche und Bruch hatten das befriedigendste Ansehen; die Masse war härter als der beste Gussstahl, ja selbst als der Indische Wootz, ohne irgend eine Neigung zu zerpringen, selbst nicht unter dem Hammer oder beim Härten. Es wurden einige Werkzeuge aus dieser Legirung gemacht, und sie fanden sich alle von ganz ausgezeichnete Güte. Sie wird wahrscheinlich nicht blos zu den Waren der Messerschmiede gebraucht werden, sondern auch zu andern Arten von Werkzeugen (*tools*); und da sie den Preis derselben nur unbedeutend vermehrt, so steht ihrer allgemeinen Einführung nichts im Wege. Die Legirung mit Silber läßt sich mit Vortheil zu jedem Zweck anwenden, zu welchem ein guter Stahl erfordert wird.

Unser nächstfolgender Versuch im Großen wurde mit Stahl und Platin angestellt. Wir überschickten 10 Pfund von dem nämlichen Indischen Stahl und $\frac{1}{10}$ dieses Gewichts an Platin, (in dem Zustande, in welchem sie durch Rothglühen des Salmiak-Platins in einem Tiegel erhalten wird) unserm Bevollmächtigten, mit der Anweisung, sie gerade so wie die vorigen Metalle zu behandeln. Diese ganze Masse kam in ausgehämmer-ten Stangen zurück, die sich durch Glätte (*smoothness*) der Oberfläche und Schönheit des Bruches auszeichneten. Nach unsern eignen Beobachtungen und denen des Arbeiters, der daraus für uns verschiedne Messerschmidts-Waaren machte, ist diese Legirung zwar nicht so hart, aber bedeutend viel zäher als die vorige, und dieses empfiehlt sie überall da, wo es eben so sehr auf Tenacität als auf Härte ankommt; auch ist

das Platin nicht so theuer, daß diese Legirung sich nicht sollte fast allgemein in die Künste und Gewerbe einführen lassen; ihre Vortreflichkeit ersetzt das wenige was sie mehr kostet reichlich.

Auch *Rhodium* haben wir im Großen mit *Stahl* zusammen schmelzen lassen. Diese Legirung ist vielleicht von allen die schätzbarste; bei der Seltenheit des Rhodiums kann sie aber nicht allgemein in Gebrauch kommen, aller ihrer Vortreflichkeit ungeachtet. Dasselbe gilt von der Legirung, die wir erhielten, als wir *Stahl* im Großen mit *Osmium* und *Iridium* zusammen schmelzen ließen. Sie ist gleichfalls von ausgezeichnete Güte, und zu einigen feinen Instrumenten und zu Luxusartikeln in Rasirmessern möchten sich die beiden zugefchmelzten Metalle wohl in hinlänglicher Menge erhalten lassen.

Wir wurden seitdem in den Stand gesetzt alle diese Legirungen (das mit Palladium ausgenommen) wiederholt in Massen von 8 Pf. bis 20 Pfund jede zu machen; mit solcher Freigebigkeit verfuhr uns Dr. Wollaston mit diesen seltenen Metallen.

Analyse der erhaltenen Legirungen, und ihre Wirkungen auf Säuren.

Ein Umstand von großer Wichtigkeit bei Versuchen dieser Art war, zu wissen, ob auch die erhaltenen Erzeugnisse genau so zusammengesetzt waren, wie wir es bezweckt hatten. Wir haben daher von jedem Schmelz-Erzeugnisse einen Theil analysirt, in einigen Fällen auch die Mengen jedes der beiden Bestandtheile bestimmt; doch hielten wir es nicht für nöthig in jedem Fall die Mengen durch Analyse zu verificiren. Bei allen unsern Versuchen in dem Laborato-

rium war der durch die Schmelzung erhaltne Metallkönig gewogen, und wenn das Gewicht sich kleiner als das der beiden in den Tiegel eingetragnen Metalle zusammen genommen fand, der Versuch verworfen worden. Stimmte es dagegen mit diesem überein, ergaben sich ferner beim Analysiren Zeichen, daß die Legirung die Metalle enthielt, welche wir in den Tiegel gethan hatten, und zeigten die ausgehämmerten Stangen, mit Säuren behandelt, Gleichförmigkeit der Oberfläche; so schienen uns dieses hinlängliche Beweise für die Uebereinstimmung der wirklichen Zusammensetzung mit der von uns bezweckten zu seyn. Das Verfahren bei der Analyse ist einfach; ich gebe es hier für diejenigen an, welche ähnliche Versuche wiederholen wollen, auch weiß es jeden in den Stand setzen wird sich zu sichern, mit Legirungen dieser Art nicht betrogen zu werden. Es wäre sehr zu wünschen, daß wir ein eben so leichtes Mittel hätten den Wootz oder Indischen Stahl von dem Europäischen Stahle zu unterscheiden, dieses erfordert aber leider einen viel schwierigeren Proceß der Analyse.

Will man sich versichern, ob *Platin* mit dem *Stahle* verbunden ist, so bringe man etwas Metall oder Metallseile von der Stange in verdünnte Schwefelsäure. Sie wirkt auf dasselbe schnell ein, löst alles Eisen auf, und läßt einen schwarzen Rückstand, der Kohlenstoff, Wasserstoff, Eisen und Platin enthält. Die beiden ersten verbrenne man, das wenige Eisen ziehe man durch Salzsäure aus, und den Rückstand löse man auf in 1 oder 2 Tropfen Königswasser. Befuchtet man mit dieser Auflösung ein Stückchen Glas und erhitzt es dann über einer Weingeistlampe und vor

dem Löthrohr, so reducirt sich das Platin und bildet an dem Glase einen metallischen Ueberzug.

Um die Legirung des *Stahls* mit *Silber* zu analysiren, lasse man verdünnte Schwefelsäure darauf einwirken und koche sie über das zurück bleibende Pulver; das Silber ist dann in der Auflösung so fein zertheilt, daß es geraume Zeit braucht ehe es aus ihr zu Boden fällt. Kocht man es alsdann in einer kleinen Menge starker Salzsäure, so wird nicht nur das noch übrige Eisen, sondern auch das Silber aufgelöst *), und wenn man die Auflösung mit Wasser verdünnt, so fällt letzteres als Chlorin-Silber nieder. Man kann dann das Pulver in reine Salpetersäure auflösen, und mit Salzsäure und Ammoniak nachweisen daß es Silber ist.

Wenn man über eine Legirung von *Stahl* mit *Palladium* verdünnte Schwefelsäure kocht, so bleibt ein Pulver zurück, das nachdem der Kohlenstoff durch Verbrennen und der größte Theil des Eisens kalt durch Salzsäure davon getrennt worden, mit heißer Salzsäure oder mit Königswasser eine Auflösung von salzsaurem Palladium giebt. Wird diese Auflösung mit blausaurem Quecksilber gefällt, so erhält man blausaures Palladium, und eine damit befeuchtete Glasplatte, die man bis zum Rothglühn erhitzt, erscheint bekleidet mit einer Lage metallischen Palladiums.

Eine Legirung von *Stahl* mit *Rhodium* läßt beim Kochen in verdünnter Schwefelsäure einen Rückstand, der, nachdem man den verbrennlichen Stoff desselben

*) Obgleich man allgemein glaubt die Salzsäure wirke nicht auf Silber, so ist dem doch keineswegs so; reine Salzsäure löst eine kleine Menge Silber sehr schnell auf.

verbrannt und das Eisen durch Digeriren in heißer Salzsäure daraus entfernt hat, bei langem Digeriren in Königswasser salzsaures Rhodium giebt, welches sich an seiner Farbe und an dem Tripelsalze, das es mit Kochsalz bildet, erkennen läßt.

Um die Legirung von *Stahl* mit *Iridium* und *Osmium* zu analysiren, koche man sie in verdünnter Schwefelsäure, und bringe das Pulver, welches zurückbleibt, in einen Silbertiegel zugleich mit ätzendem Natron. Man erhalte sie darin $\frac{1}{4}$ Stunde lang in dunklem Rothglühn, zerrühre sie dann in Wasser, setze Schwefelsäure in Ueberschuß zu, destillire und fange das was übergeht in einer Flasche auf; es ist eine Auflösung von Osmium-Oxyd, und läßt sich an dem eignen Geruch dieses Oxydes und an dem blauen Niederschlage, den es mit Galläpfel-Tinctur giebt, erkennen. Der feste Rückstand in der Retorte muß nach wiederholtem Waschen mit Wasser, mit ein wenig Salzsäure um das Eisen zu entfernen, und dann mit Königswasser behandelt werden, welches damit salzsaures Iridium bildet.

Ein geübtes Auge kann häufig schon bei dem ersten Einwirken der Säure die Anwesenheit des Metalls, womit der Stahl legirt ist, erkennen. Ist es *Gold*, *Platin* oder *Silber*, so bildet sich sehr bald ein Häutchen des Metalls an der Oberfläche der Säure. Um zu erkennen, ob eins (nicht aber welches) der folgenden Metalle: *Platin*, oder *Palladium*, oder *Rhodium*, oder *Iridium* und *Osmium* sich bei dem Stahle befindet oder nicht, braucht man bloß die Einwirkung der Säure auf die Legirung mit der auf ein Stück Stahl zu vergleichen; die Anwesenheit eines dieser Metalle

verrätth sich sogleich durch eine heftigere Wirkung auf die Legirung, als auf den Stahl; und es läßt sich selbst aus der verschiedenen Art, wie die Säure, der Erfahrung zu Folge, auf jede dieser Stahl-Legirungen wirkt, beurtheilen, welches dieser Metalle vorhanden ist. In Hinsicht der Stärke der Wirkung stehn die Legirungen in folgender Reihe, mit der schwächsten anfangend:

1. Stahl,	5. Nickel-Legirung
2. Chromium-Legirung	6. Iridium- und Osmium-Leg.
3. Silber-Legirung	7. Palladium-Legirung
4. Gold-Legirung	8. Platin-Legirung.

Mit Säure von einer solchen Beschaffenheit, daß ihre Wirkung auf reinen Stahl kaum wahrzunehmen war, gaben auch die Silber-Legirung und die Gold-Legirung nur sehr wenig Gas; alle übrigen genannten Stahl-Legirungen gaben dagegen mit ihr reichlich Gas, die Platin-Legirung das meiste.

Während der Einwirkung der Säuren auf diese Legirungen kommen noch andre interessante Thatfachen vor, doch ist keine derselben auffallender als die eben erwähnte. Sie führte uns auf einige Betrachtungen über den Zustand der Theilchen verschiedener chemisch mit einander verbundener Materien, welche geeignet seyn dürften die Vorstellungen über diesen Gegenstand mehr aufzuklären und zu berichtigen.

Die Wirkungen verdünnter Schwefelsäure auf den Stahl und auf die Platin-Legirung lassen sich der Stärke nach fast gar nicht vergleichen. Den Stahl greift die Säure kaum an, dagegen wirkt sie auf die Platin-Legirung sogleich nach dem Eintauchen mit

großser Schnelligkeit und unter starker Gas-Entbindung; sie löst sie in kurzer Zeit auf, und dabei entwickelt in gleichen Zeiträumen die Legirung mehrere hundert Mal so viel Gas als der Stahl. Schon eine höchst geringe Menge Platin giebt dem Stahle diese merkwürdige Eigenschaft. Bei Beimischung von $\frac{1}{400}$ Platin ist sie schon auffallend; von $\frac{1}{200}$ oder $\frac{1}{100}$ Platin mächtig; von 10 Procent Platin ebenfalls mächtig, doch nicht stärker; und von 50 Procent Platin nicht stärker als bei bloßem Stahl. Sie findet gar nicht mehr Statt, wenn 90 Theile Platin mit 20 Theilen Stahl legirt sind, die Säure greift eine solche Legirung gar nicht mehr an. Ganz auf ähnliche Art verhält es sich mit der Einwirkung der andern Säuren, welche übrigens gerade so ist, als sich voraussetzen ließe. Mit verdünnter Salzsäure, Phosphorsäure und selbst Sauerkleeensäure entbindet die Platin-Legirung mehr Gas als selbst der Zink. Von Weinsäure und von Essigsäure wird sie schnell aufgelöst, und es lassen sich auf diese Weise in kurzer Zeit sogenannte Stahl-Auflösungen, welche kleine Mengen erstes Eisenoxyd enthalten, bereiten.

Wahrscheinlich ist, wie Sir H. Davy gegen uns bemerkte, die Ursach dieser erhöhten Wirkung der Säuren auf diese und die andern Legirungen *electrischen* Ursprungs. Es lassen sich für sie drei verschiedene Gründe erdenken. *Erstens*: die Theilchen der Legirung sind vielleicht in der ganzen Masse entweder selbst, oder als eine Verbindung mit Stahl nach einem festen Mischungs-Verhältnisse, so verbreitet, daß sie mit den Stahltheilchen Volta'sche Verbindungen bilden, und in diesem Fall wäre die ganze Masse für eine Reihe solcher Volta'scher Verbindungen (Electromo-

tores) zu nehmen. Oder *zweitens* kann der Grund seyn das Freiwerden während des ersten Einwirkens der Säure von Theilchen reinen Platins, oder von solchen Theilchen, worin Platin in gröfserer Menge als Stahl enthalten ist, welche mit der übrigen Masse in genauer Berührung sind, und mit ihr kräftige Volta'sche Verbindungen bilden. Oder *drittens*, die Wirkung des Platins ist darauf beschränkt, dafs es die Theilchen des Eisens mechanisch trennt, so dafs sie von der Säure leichter und schneller können angegriffen werden, nach Art wie das bei dem ersten Schwefel-Eisen der Fall ist.

Ungeachtet wir nicht durch ganz entscheidende Versuche haben nachweisen können, welcher von diesen drei Ursachen die Wirkung zuzuschreiben ist, oder wie viel Antheil jede derselben an sie hat, so stehen wir doch nicht an, die zweite für die allein oder vornehmlich wirksame anzugeben. Unsere Ueberzeugung, dafs weder eine besondere Anordnung der Stahl- und der Platin-Theilchen, noch der Zustand der Trennung der Stahltheilchen Ursach der Wirkung ist, beruht auf folgenden Gründen: Die beiden Metalle verbinden sich *erstens* mit einander nach allen Verhältnissen, die wir versucht haben, ohne dafs sich je Anzeigen ergaben, dafs sie in der Verbindung in getrenntem Zustande waren, wie z. B. der Stahl und das Silber. Mit schwächeren Wirkungsmitteln, als die Säuren scheint *zweitens* die Platin-Legirung keineswegs so zu wirken, als bestände sie aus einer Reihe unendlich kleiner Volta'scher Verbindungen von Stahl und Platin, sondern genau so als blofser Stahl. Platindrath wird *drittens* in Berührung mit der Legirung nicht stärker negativ electrisch als mit

Stahl, wie das der Fall wahrscheinlich seyn würde, wäre der dritte Grund der wahre. *Viertens* rostet die Legirung in feuchter Luft nicht schneller, und Salzaufösungen, in die man sie legt, z. B. Kochsalzwasser, wirken nicht auf sie; in diesen Fällen verhält sie sich also gerade so als Stahl. Nur solche Wirkungsmittel brachten *fünftens* mit dem Platin-Stahl eine Volta'sche Wirkung hervor, welche erst einen Theil des Platins durch Auflösen von Eisen frei zu machen fähig waren.

Es zeigen sich bei dem Einwirken der Säuren auf diese Stahl-Legirungen noch einige andre interessante Erscheinungen, je nachdem sie sich im Zustande der Härte oder der Weiche befinden. Nach Hrn Daniell's belehrendem Aufsatze über die mechanische Structur des Eisens, ist eine 5 mal so lange Zeit nöthig Salzsäure mit hartem Stahle, als mit weichem Stahle bei gleichen Mengen zu sättigen, und während die Salzsäure beide angreift, findet sich der harte Stahl an der Oberfläche voller kleiner Höhlungen, wie wurmförmiges Holz, dicht und ohne alle Streifung, indess der weiche Stahl von faserigem und wolkigem Gefüge erscheint. Eben so auffallende Verschiedenheiten von Eigenschaften finden sich in den harten und in den weichen Stahl-Legirungen.

Wenn man ein Stück harten und ein Stück weichen *Platin-Stahl* in dieselbe verdünnte Schwefelsäure legt und beide nach einigen Stunden wieder herausnimmt, so findet sich das Stück harten Stahls mit einer Lage eines metallischen, schwarzen, kohlenstoffartigen Pulvers bedeckt, und an der Oberfläche im Ganzen etwas faserig; das Stück weichen Stahls dagegen ist dick bekleidet mit einer grauen, metallischen,

Reißblei-artigen Materie, die sich weich anfühlen und mit einem Messer schneiden läßt, und die das schwarze Pulver auf dem harten Stück 7 bis 8 Mal in Menge übertrifft. Sie scheint keinen freien Kohlenstoff zu enthalten, sondern dem Reißblei-artigen Pulver sehr ähnlich zu seyn, welches Hr. Daniell beim Einwirken von Säure auf Gufseisen erhielt. Dieselbe Verschiedenheit nimmt man auch bei reinem Stahl wahr, doch ist sie da minder in die Augen fallend; da ihn die Säure viel langsamer angreift, muß er länger in ihr bleiben, und die Säure wirkt dann also viel mehr auf das entstandne Pulver ein.

Das Pulver, welches man bei diesen Versuchen von den weichen Stahl-Legirungen erhält, gleicht, wenn es noch nicht lange in der Säure gelegen hat, vollkommen fein zertheiltem Reißblei, und scheint Kohlenstoff-Eisen und wahrscheinlich auch eine Verbindung des Kohlenstoffs mit dem zulegirten Metalle zu seyn. Wasser wirkt auf dasselbe nicht, an der Luft aber verliert es seine Farbe dadurch, daß das Eisen sich oxydirt. Läßt man es in der Säure lange liegen, oder kocht es in ihr, so wird es in denselben Zustand versetzt, den das Pulver des harten Stahls oder der harter Legirungen hat.

Wenn man über irgend einen dieser Rückstände verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure kochen läßt, so wird erstes Eisenoxyd aufgelöst, und es bleibt ein schwarzes Pulver, das von der Säure nicht weiter angegriffen wird, sichtlich in größerer Menge als von reinem Stahle zurück. Erhitzt man dieses nach dem Waschen und Trocknen an der Luft bis 300 oder 400° F., so entzündet es sich gleich Pyrophor, und

brennt mit vielem Rauche, wenn es aber angefeuchtet wird, brennt es gleich Bitumen und mit heller Flamme; es bleibt als Rückstand erstes Eisenoxyd und das beileigirte Metall zurück. Man sieht hieraus, daß während des Einwirkens der Säure auf den Stahl Wasserstoff mit einem Theile des Metalls und der Kohle sich vereinigt, und eine verbrennliche Verbindung hervorbringt, auf welche die Säuren nicht wirken.

Diese Pulver geben mit Salpetersäure einige auffallende Erscheinungen. Das von reinem Stahl, und die aller Legirungen des Stahls mit Metallen, welche in Salpetersäure auflöslich sind, lösen sich in dieser Säure völlig auf; dagegen lassen in ihr die Legirungen mit Metallen, welche sich in Salpetersäure nicht auflösen, einen schwarzen Rückstand, den die Säure nicht angreift, und der, wenn man ihn nach sorgfältigem Waschen und Trocknen erhitzt, sich von selbst entzündet; bei sorgfältiger Bereitung detoniren zugleich einige dieser Pulver heftig. Das detonirende Pulver aus der *Platin*-Legirung giebt mit Königswasser eine Auflösung, welche viel Platin und nur sehr wenig Eisen enthält. Wickelt man etwas davon in Folie und erhitzt es, so detonirt es mit Gewalt, unter Zerreißen der Folie und schwachem Entbinden von Licht. Auf die Oberfläche von Quecksilber, das bis 400° F. erhitzt ist, geworfen (*dropped*), detonirt es schnell; aber nur mit Schwierigkeit, wenn die Hitze nicht über 370° F. hinaus geht. Wird die Temperatur langsam erhöht, so detonirt es nicht, sondern zersetzt sich ruhig. Läßt man es am Boden einer heißen Glasröhre detoniren, so entweichen viel

Wasser und Rauch und der Rückstand ist metallisches Platin mit etwas Eisen und Kohle. Wir sind ungewiss in wie weit dieses Präparat mit dem Knall-Platin des Hrn Edmund Davy übereinstimmt.

Diese Stahl-Legirungen weichen in ihren specifischen Gewichten nur wenig von einander ab, und zwar ziemlich nahe in der Ordnung der specif. Gewichte der zulegirten Metalle. Zum Theil mögen die Verschiedenheiten aber auch davon abhängen, je nachdem die Legirung mehr oder minder gehämmert worden ist.

Stahl-Legirungen mit Gold, Zinn, Kupfer, Titanium, Chromium, und mit zwei Metallen.

Diese Legirungen sind von uns nicht im Großen gemacht worden. In dem Laboratorium haben wir *Gold* und Stahl nach verschiedenen Verhältnissen zusammen geschmolzt, aber nie ein so genügendes Erzeugniß als die vorhin beschriebnen erhalten. Eben so wenig scheinen *Zinn* und *Kupfer*, so weit wir darüber zu urtheilen vermögen, den Stahl zu verbessern. Mit *Titanium* mißglückten uns die Versuche wegen Unvollkommenheit der Tiegel. Zwar waren wir geneigt in einem Fall, als wir mit dem Stahle Menakanit auf eine besondere Art zubereitet, zusammen geschmolzt und einen Metallkönig erhalten hatten, der an der Oberfläche schön damascirt erschien, dieses der Gegenwart von Titanium zuzuschreiben; aber darin irrten wir uns. Wir hatten vielmehr Wootz gemacht, ohne daß es unsere Absicht war; denn bei der Analyse fand sich ein wenig Kieseelerde und Thonerde, aber nicht ein Atom Titanium, und diese Erden oder ihre

Metalle konnten aus dem Menakanit, erstere vielleicht auch aus dem Tiegel herkommen.

Chromium hat mit dem Stahle zuerst Hr. Berthier legirt, und er urtheilt von dieser Verbindung sehr günstig *). Wir haben damit blos zwei Versuche gemacht. Bei dem ersten schmelzten wir 1600 Gran Stahl mit 16 Gran reines Chrom vermengt in einem unserer besten Tiegel, in einem vortrefflichen Gebläse-Ofen, und erhielten sie eine Zeit lang im Fluß. Der gegossne König zeigte sich gut in der Probe; er ließ sich gut schmieden, war hart und doch gar nicht spröde, und die Oberfläche hatte, nachdem sie polirt worden und verdünnte Schwefelsäure etwas auf sie eingewirkt hatte, ein krySTALLINISCHES Ansehn. Als die KryStalle durch Schmieden in die Länge gezogen und die Oberfläche aufs neue polirt worden war, gaben ihr schwache Säuren eine schöne Damascirung. Bei dem zweiten Versuche schmelzten wir 1600 Gran Stahl mit 48 Gran reinem Chrom. Der Metallkönig, den wir nun erhielten, war beträchtlich härter als der erstere, aber wiederum eben so hämmierbar als reines Eisen, und er gab eine eben so schöne Damascirung als der vorige. Dabei nahmen wir die sonderbare Erscheinung wahr, daß die Damascirung durch das Poliren verschwand, und durch bloßes Erhitzen ohne alle Beiwirkung von Säure wieder erschien. Die damascirte Oberfläche, welche nun durch Oxydirung farbig ist, hat ein Ansehn ganz neuer Art; die Schönheit wurde noch erhöht durch Erhitzung des Metalls auf eine

*) Einen Auszug aus dem interessanten Aufsatze des Hrn Berthier lasse ich auf gegenwärtigen folgen. G.

solche Weise, daß es alle durch das Oxydiren entstehende Farben zeigte vom blassen Stahlgelb bis zum Blau, oder von ungefähr 430° bis 600° F. Eine Säbelklinge oder ein ähnliches Werkzeug, die man aus dieser Legirung macht und auf die angegebne Weise behandelt, würde gewiß etwas sehr Schönes seyn, abgesehen von ihren andern Eigenschaften. Denn noch sehn wir uns nicht im Stande über den Werth der Chrom-Legirung in Beziehung auf schneidende Werkzeuge irgend etwas zu sagen, da wir noch keine Versuche über ihre Eigenschaft zu schneiden gemacht haben. Das Dunkelblau scheint zu zeigen, daß sie des für Uhrfedern vortheilhaftesten Anlassens fähig ist, das Strohgelb nach der Schneide zu aber, daß sie den erforderlichen Grad von Härte besitzt. Doch müssen wir gestehn, daß es einige Schwierigkeit haben möchte, eine Klinge oder ein Blatt von einiger Länge auf diese Art anzulassen.

Bis jetzt haben wir nur eine einzige Legirung des Stahls mit *zwei* andern Metallen, nämlich mit Iridium und Osmium, untersucht; hier liegt also noch ein weites Feld zu Forschungen offen. Einige Versuche, die wir in dieser Hinsicht gemacht haben, muntern dazu auf, andre Geschäfte erlauben uns aber nicht ihnen jetzt die Aufmerksamkeit und die Zeit zu widmen, welche sie recht sehr zu verdienen scheinen. Doch ist es unsere Absicht jede günstige Gelegenheit zum Fortsetzen unserer Versuche zu benutzen, sie sind jedoch mühsam und erfordern viel Zeit und Geduld.

Eisen-Legirungen und ob sie Stahl sind.

Merkwürdig ist, daß wenn man zu diesen Legirungen statt Stahl *reines Eisen* nimmt, sie weit weni-

ger dem Oxydiren unterworfen sind. *Reines Eisen* mit 3 Procent *Iridium und Osmium* zusammen geschmolzt, das wir, nachdem es geschmiedet und polirt worden war, mit vielen andern Stücken Eisen, Stahl und Stahl-Legirungen in feuchter Luft liegen ließen, war unter allen das letzte, das etwas Rost zeigte. Die Farbe dieser Legirung ist deutlich blau, und sie hat die Eigenschaft härter zu werden, wenn man sie rothglühend in eine kalte Flüssigkeit taucht. Die Stahl-ähnliche Eigenschaft ließ uns vermuthen, daß die Legirung Kohlenstoff enthalte, wir haben aber keinen finden können, so sorgfältig wir auch darnach forschten. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich noch andre Körper, als Kohle, finden werden, welche dem Eisen die Eigenschaften des Stahls zu geben vermögen; wenn aber Hr. Boussingault im Stahle den Kohlenstoff durch *Kieselerde* oder deren Metall ersetzen will, so können wir mit ihm nicht übereinstimmen, obgleich seine Versuche (Ann. de chim. t. 16. 1.) uns sehr interessant dünken, und der Gegenstand werth ist weiter erforscht zu werden,

Anwendung der Stahl-Legirungen im Großen.

Ob eine oder mehrere unserer Stahl-Legirungen schon in englische Fabriken eingeführt worden sind, und zu welchem Zwecke, ist uns nicht bekannt; die Messerschmidt-Waaren würden durch allgemeine Einführung derselben an Güte gewinnen, und diese Fabriken ihren Absatz vermehren. Sie sind aber auch zu vielem andern zu brauchen. Sind wir recht berichtet, so bedient man sich in der königl. Münze der Silber- und Platin-Legirungen ziemlich im Großen.

Auf dem festen Lande hat man einige unserer Stahl-Legirungen mit Sorgfalt und Erfolg nachgemacht; es sind uns von dort her von einigen derselben sehr gute Proben zugekommen, und wir wissen uns etwas mit diesen Zeugnissen von der Nützlichkeit unserer Bemühungen.

Wenn die Anwendung dieser neuen Metall-Verbindungen glücken und ihr Gebrauch sich ausdehnen soll, so wird ein großer Grad treuer und emsiger Sorgfalt von Seiten der Arbeiter erfordert. Wesentlich ist es, daß die Materialien zu den Legirungen völlig rein sind, daß man jedesmal sich vergewissere, daß beide Metalle ganz und vollkommen in Fluß gekommen sind, und daß man sie eine bedeutende Zeit lang in dem Zustand von Dünnsflüssigkeit erhalte. Auch muß man das Schmieden nach dem Gießen mit möglichster Vorsicht vornehmen; das Metall darf unter keinen Umständen überhitzt werden, ganz besonders nicht, wenn das zulegirte Metall in einem niedrigeren Hitzegrad als das Silber schmelzbar ist. Die nämliche Sorgfalt erfordert das Härten; die Waare muß bis zum Kirschroth-Glühn gebracht und dann augenblicklich in eine kalte Flüssigkeit untergetaucht werden. Beim Anlassen endlich, welches man am besten in einem schicklich eingerichteten Metall-Bade vornimmt, muß dieses Bad nach Verschiedenheit der Legirung um 70° oder 100° F. über die Temperatur hinaus erhitzt werden, welche zum Anlassen des besten Gussstahls nöthig ist. Wir rathen überdem das Anlassen zweimal vorzunehmen, einmal, wie gewöhnlich vor dem Schleifen, das zweite Mal kurz zuvor ehe man der Klinge die letzte Politur giebt. Scheint gleich dieses zweite Anlassen überflüssig zu seyn, so wird man sich doch durch Versuche bald von der Nützlichkeit desselben überzeugen. Wir sind auf diesen Kunstgriff durch das Verfahren, welches man beim Anlassen von Uhrfedern braucht, geführt worden.