Fall ist, so kann man sie dadurch trennen und wenigstens approximativ der Quantität nach bestimmen, daß man das Gemenge sehr innig mit Zuckerkohle und mit Zucker mengt, glüht, sehr fein reibt, in einem Strom von trockenem Chlorgas glüht, das Sublimat in Salzsäure auflöst und die Auflösung durch Schwefelsäure fällt, wodurch allein die Tantalsäure niedergeschlagen wird; denn eine Auflösung von Titanchlorid in Wasser wird nicht durch Schwefelsäure gefällt. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit kann dann die Titansäure, freilich nicht ganz frei von Tantalsäure, durch Ammoniak gefällt werden.

VI. *Ueber die Wirkung von Bündeln aus Eisendraht beim Oeffnen der galvanischen Kette;*
von Gustav Magnus.

Es ist eine zuerst in England, wie es scheint von Hrn. Bachhoffner und Hrn. Sturgeon ¹⁾ gemachte Beobachtung, daß die Zuckungen, welche man von einer galvanischen Säule oder einem einfachen Plattenpaare bei Anwendung einer Drahtspirale mit einem in ihr befindlichen Eisenkern erhält, außerordentlich verstärkt werden, wenn statt eines massiven Eisenkerns ein Bündel von Drähten angewendet wird. Seitdem sind solche Apparate, die zur Hervorbringung von Zuckungen dienen, schon vielfältig mit Drahtbündeln statt der massiven Eisenmassen ausgeführt worden; allein so viel ich weiß, ist keine genügende Erklärung der stärkeren Wirkung der Drähte bekannt geworden. Ich habe deshalb einige Versuche über diesen Gegenstand angestellt, welche, wie mir scheint, geeignet sind, denselben zu erklären.

Früher glaubte ich, daß die starke Wirkung der

1) Sturgeon, *Annals of Electricity*, Vol. I p. 481.

Drähte nur darauf beruhe, daß das zum Draht verwendete Eisen ein viel weicheres ist, als das zu Stäben verarbeitete. Allein ich überzeugte mich bald durch die Anwendung von gehärteten Stahldrähten, daß auch diese eine ungleich stärkere Wirkung besitzen, als eine massive Masse des weichsten Eisens. Die Zuckungen, welche gut gehärtete englische Stricknadeln hervorbrachten, wenn sie sich in einer, aus besponnenem Kupferdraht bestehenden Spirale befanden, waren etwa eben so stark als die, welche durch das sechsfache Gewicht eines massiven Eisenstabs von derselben Länge entstanden ¹⁾.

Nachdem ich mich also überzeugt hatte, daß der gehärtete Stahl auf ähnliche Weise inducirend wirkt wie das Eisen, und daß die stärkere Wirkung der Drähte nur auf einer Trennung in der Masse beruhe, verglich ich zunächst die Wirkung von besponnenem und nicht besponnenem Eisendraht, und fand, daß der erstere allerdings stärker, wiewohl nicht auffallend stärker, wirkt als der letztere. Offenbar, weil die Trennung bei den besponnenen Drähten noch vollständiger als bei den nicht besponnenen ist.

Die Verschiedenheit in der Wirkung der Drähte wurde freilich nur durch die Zuckungen bestimmt, welche dieselben hervorbrachten, und diese können gewiß niemals als ein sicheres Maass für die Stärke der Wirkung betrachtet werden. Allein die Unterschiede, um die es sich hier handelt, sind so bedeutend, daß niemals der geringste Zweifel entstehen konnte. Außerdem wurden stets mehrere Spiralen zum Vergleich angewendet, die aus Drähten von verschiedener Länge, aber von derselben Dicke gefertigt und auf Cylinder aus Pappe auf-

1) Bei diesen wie bei allen folgenden ähnlichen Versuchen, wo verschiedene Eisenmassen in dem Innern einer Drahtspirale angewendet wurden, befanden sich diese stets in der Mitte der Spirale, wiewohl, nach Hrn. Lenz's Untersuchungen, dies kaum nöthig gewesen wäre.

aufgewickelt waren. Diese Cylinder hatten alle dieselbe Länge, so daß die verschiedenen Spiralen stets dasselbe Stück der in ihnen enthaltenen Eisenmassen bedeckten. Diese Eisenmassen, sie mochten massiv seyn, oder aus besponnenen oder nicht besponnenen Drahtbündeln bestehen, waren übrigens auch alle von gleicher Länge, und ragten stets um gleich viel aus der Drahtspirale hervor.

Es war für die Erklärung der stärkeren Wirkung der Drähte zunächst nöthig zu wissen, ob dieselbe nur beim Oeffnen der Kette stattfinde, d. h. ob das Phänomen nur ein Inductions-Phänomen sey, oder ob auch, während der galvanische Strom ununterbrochen das Eisen umgiebt, die Wirkung von Drähten stärker sey als von massiven Eisenmassen. Um dieß zu untersuchen, wandte ich zunächst die Spirale allein an, ohne daß Eisen in ihr enthalten war, und stellte in einiger Entfernung vor ihr eine sehr empfindliche Bussole auf. Hierauf wurde von einer constanten Säule (in der sich ein Cylinder aus gebranntem Thon zwischen Kupfer und Zink befand) der Strom durch diese Spirale geleitet und die Ablenkung der Magnetnadel beobachtet. Alsdann wurden Eisenstäbe von gleicher Länge, aber verschiedenem Durchmesser, und Drahtbündel von gleicher Länge als die Stäbe, aber von verschiedenen Gewichten, die aus demselben, theils besponnenen, theils unbesponnenen Drahte gefertigt waren, in diese Spirale gebracht, und für jeden dieser so gebildeten Elektromagnete die Ablenkung der Magnetnadel bestimmt. Die dritten Potenzen der Ablenkungswinkel gaben alsdann das Verhältniß der magnetischen Intensität dieser Elektromagnete.

Diese Versuche lehrten, daß die magnetischen Intensitäten der Drahtbündel und massiven Eisenmassen sich durchaus anders als ihre inducirenden Wirkungen verhalten, daß also die stärkeren Zuckungen, welche

man von Drahtbündeln erhält, nur durch Induction beim Oeffnen der Kette entstehen.

Ich wollte nun untersuchen, wie die Wirkung der Drähte sich wohl ändern möchte, wenn sie wieder durch einen guten Leiter der Elektricität mit einander verbunden würden, und schmolz ein Bündel unbesponnener Drähte in einen Cylinder von leichtflüssigem (Rose'schen) Metall ein, der dieselbe Länge hatte, als die Drähte.

Die Zuckungen, welche bei Anwendung dieses Cylinders in der Drahtspirale erhalten wurden, waren durchaus nicht stärker, sondern eher schwächer, als die, welche ein einziger Eisenstab von demselben Gewichte als die Drähte hervorbrachte, während das gleiche Gewicht besponnener oder unbesponnener Drähte außerordentlich starke Zuckungen verursachte.

Es schien mir nun zunächst wünschenswerth zu erfahren, ob das leichtflüssige Metall die Wirkung der Drähte dadurch schwäche, daß es einen leitenden Zusammenhang, zwischen ihnen herstellt, oder vielleicht dadurch, daß es dieselben bloß mit einem Leiter der Elektricität umschließt. Ich fertigte deshalb einen hohlen Cylinder von leichtflüssigem Metall, von gleicher Länge mit dem früheren, in den ein Bündel unbesponnener Drähte, von demselben Gewichte als die in dem Cylinder eingeschmolzenen, hineingesteckt werden konnte. Als dieß Bündel, umgeben mit diesem Cylinder, angewendet wurde, wirkte es nicht nur nicht stärker als ein gleiches Gewicht eines einzigen Eisenstabes von derselben Länge, sondern gleichfalls etwas schwächer.

Aber nicht nur durch die Umgebung mit diesem, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dicken, metallenen Cylinder wurde die Wirkung der Drähte so bedeutend vermindert, sondern auch wenn man statt desselben eine dünne gezogene Messingröhre anwandte. Wurde aber eine oder die andere von diesen Umhüllungen der Länge nach aufgeschlitzt, so

trat die Wirkung der Drähte ganz auf dieselbe Weise wieder hervor, wie wenn gar keine Umhüllung vorhanden war.

Um aus diesen Versuchen die starke Wirkung der Drähte zu erklären, muß man sich zunächst erinnern, auf welche Weise Hr. Faraday die vermehrte Wirkung beim Oeffnen der Kette erklärt. Der elektrische Strom nämlich erzeugt, wenn er verschwindet, in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter einen Strom von gleicher Richtung. Befindet sich aber beim Oeffnen der Kette kein geschlossener Leiter neben ihm, so erzeugt der Strom bei seinem Verschwinden diesen Strom von gleicher Richtung in dem Schließungsdrahte selbst. Ist dieser ferner spiralförmig gewunden und befindet sich in ihm eine Eisenmasse, so verschwindet beim Oeffnen der Kette gleichzeitig auch der Magnetismus, welchen dieses Eisen angenommen hatte während die Kette geschlossen war. Das Verschwinden des Magnetismus aber kann man sich vorstellen als ein Verschwinden von elektrischen Strömen. Indem diese verschwinden, erzeugen sie ebenfalls einen Strom von derselben Richtung in dem sie umgebenden Schließungsdraht. Durch diese beiden inducirenden Wirkungen entsteht der starke Funke und die starken Zuckungen, welche man beim Oeffnen der durch einen Elektromagneten geschlossenen Kette beobachtet.

Diese Erklärung, so richtig sie ohne Zweifel ist, ist aber nicht ganz vollständig. Denn da beim Oeffnen des Schließungsdrahts in jedem neben ihm befindlichen geschlossenen Leiter ein Strom erzeugt wird von gleicher Richtung, wie der verschwindende, so entstehen auch in den Querschnitten einer Eisenmasse, die sich in einer Drahtspirale befindet, beim Oeffnen der Kette Ströme von gleicher Richtung, als der in der Spirale vorhandene.

Durch die Erzeugung dieser Ströme wird die Eisen-

masse magnetisch, und zwar in derselben Richtung, als sie es war, so lange die Kette geschlossen gewesen. Es findet also beim Oeffnen der Kette in dieser Eisenmasse nicht nur ein Verschwinden des Magnetismus statt, sondern es wird auch noch Magnetismus erzeugt, und dieser hebt die inducirende Wirkung des verschwindenden Magnetismus auf den Schließungsdraht theilweise auf.

Fände die Erzeugung des Magnetismus beim Oeffnen der Kette mit derselben Stärke und derselben Geschwindigkeit statt, als das Verschwinden des Magnetismus, den das Eisen hat so lange die Kette geschlossen ist, so würden beide Wirkungen sich vollständig aufheben und das Eisen würde gar nicht inducirend wirken. Allein da es inducirend wirkt, so folgt auch, was übrigens wohl ohne dies klar ist, daß der durch Induction entstehende Magnetismus schwächer ist, als der verschwindende. Es ist außerdem einleuchtend, daß das Eisen um so stärker inducirend wirkt, je schwächer der entstehende Magnetismus im Verhältniß zu dem verschwindenden ist. Die Stärke des entstehenden Magnetismus, im Verhältniß zu dem verschwindenden, wird aber, wenn die Stärke des galvanischen Stroms ungeändert und der Schließungsdraht derselbe bleibt, auch stets dieselbe bleiben, so lange kein Hinderniß für die Bildung der durch Induction in dem Eisen entstehenden elektrischen Ströme vorhanden ist. Ein solches Hinderniß wird aber stattfinden, wenn das in dem Elektromagneten befindliche Eisen aus einem Drahtbündel besteht; denn der Durchschnitt eines solchen Drahtbündels ist kein in sich geschlossener Leiter, der zur Erzeugung eines Stroms unumgänglich nöthig ist. Daher ist der in einem Drahtbündel durch Induction entstehende Magnetismus viel schwächer im Verhältniß zu dem schon vorhandenen, als der, welcher in einem massiven Eisenkern entsteht, und daher ist die Induction, welche ein Drahtbündel auf den

Schließungsdraht ausübt, viel stärker als die, welche eine massive Eisenmasse hervorbringt.

Hiervon rührt die schwächere Wirkung des massiven Eisens hauptsächlich her. Außerdem aber wird auch die inducirende Wirkung des Schließungsdrahts auf sich selbst bei Anwendung von massiven Eisenmassen vermindert; denn jeder Querschnitt des Eisens bildet einen, neben dem Schließungsdrahte befindlichen geschlossenen Leiter, auf den der Schließungsdraht inducirend wirken kann, und daher wirkt er nicht inducirend auf sich selbst ¹⁾.

Wird statt eines Drahtbündels ein spiralförmig gewundenes Eisenblech angewendet, dessen Querschnitt gleichfalls keinen in sich geschlossenen Leiter bildet, so ist auch in diesem das Entstehen des Magnetismus gehindert; es verhält sich daher wie ein Drahtbündel, und wirkt gleichfalls stärker inducirend, als ein massives Eisen.

Aber selbst wenn das Eisen einen in sich geschlossenen Leiter bildet, wie dies z. B. der Fall ist, wenn eine eiserne Röhre als Kern des Elektromagneten benutzt wird, so muß dieser Leiter doch, wie es scheint, aus einer ziemlich bedeutenden Masse bestehen, wenn ein Strom durch Induction *ungehindert* in ihm entstehen soll. Hr. Sturgeon ²⁾ hat schon beobachtet, und ich habe es vollkommen bestätigt gefunden, daß die Zuckungen gleichfalls zunehmen, wenn man statt eines massiven eisernen Cylinders ein Rohr von dünnem verzinn-ten Eisenblech, von demselben äußeren Umfange als der massive Cylinder, anwendet. Wird die Blechröhre mit einem Stücke eines Flintenlaufs von gleicher Länge und gleichem Umfange vertauscht, so werden die Zuckungen

1) Faraday's Experimental-Untersuchungen, §. 1092. Diese Annalen, Bd. XXXV S. 430.

2) Sturgeon's *Annals of Electricity*, Vol. I p. 481.

schwächer, und sie nehmen überhaupt ab, wenn die Metallmasse eines solchen hohlen Cylinders zunimmt. Diese Wirkung einer Röhre aus Eisen scheint darauf zu beruhen, daß der Querschnitt derselben keine hinreichende Masse für das Entstehen eines Stromes durch Induction darbietet, und daher einen Widerstand für dieses Entstehen leistet. Dieser Widerstand ist offenbar stärker, wenn die Röhre sehr dünn ist, als wenn sie dicker in Metall ist. Deshalb ist auch der Magnetismus, welcher in der dünnen Röhre durch Induction entsteht, viel geringer im Verhältniß zu dem Magnetismus, den sie hat, während die Kette geschlossen ist, als der, welcher in der dickeren Röhre entsteht, und daher ist die Induction von der dünnen Röhre auf den Schließungsdraht stärker als von der dicken, wenigstens so lange die dünne Röhre noch eine gewisse Metallmasse besitzt.

Ich habe diese Röhren der Länge nach aufgeschlitzt. Hierdurch nehmen die Zuckungen, welche sie hervorbringen, außerordentlich zu, jedoch ist diese Zunahme bei der Röhre aus dünnem Blech viel geringer, als bei der dickeren aus einem Flintenlauf.

Der Querschnitt einer solchen aufgeschlitzten Röhre bildet keinen in sich geschlossenen Leiter; es kann daher auch noch weniger Magnetismus beim Oeffnen der Kette in ihm entstehen, als in der nicht aufgeschlitzten. Deshalb wirkt die aufgeschlitzte stärker inducirend auf den Schließungsdraht. Daß hierbei die dickere Röhre stärker inducirend wirkt, als die dünnere, ist dadurch erklärlich, daß sie mehr Masse hat, als die dünnere, und also auch mehr Magnetismus hatte, während die Kette geschlossen war.

Wesentlich verschieden von den Gründen für die schwächere Wirkung des massiven Eisens; als der Drahtbündel und dünnen Bleche, sind die für die schwachen Wirkungen der Drahtbündel, wenn diese mit einer Hülle von einem nicht magnetischen Metalle umgeben werden.

Alsdann entsteht nämlich bei dem Oeffnen der Kette kein Magnetismus in dem Drahtbündel, der das Verschwinden des schon vorhandenen Magnetismus hindern könnte. Aber der aus diesen Drähten verschwindende Magnetismus wirkt auch nicht inducirend auf den Schließungsdraht, sondern auf die das Drahtbündel umschließende Metallhülle, wenigstens so lange diese einen in sich geschlossenen Leiter bildet.

Allein nicht nur, daß die inducirende Wirkung des Eisens auf den Schließungsdraht aufhört, sondern außerdem ist auch die inducirende Wirkung des Schließungsdrahts auf sich selbst geschwächt, da die Metallhülle einen neben diesem Schließungsdraht befindlichen Leiter bildet, auf den der Strom inducirend wirken kann.

Aus dieser Erklärung ergibt sich gleichfalls, daß der Einfluß der Metallhülle gänzlich aufhört, wenn dieselbe der Länge nach aufgeschlitzt ist, weil alsdann in derselben keine Ströme durch Induction mehr entstehen können.

Schließt man ein Drahtbündel in eine Röhre aus Eisen ein, so hebt auch diese, wie ich gefunden habe, die Wirkung der Drähte auf, so daß die Zuckungen, welche man erhält, wenn eine Röhre aus Eisen allein angewendet wird, durchaus nicht verstärkt werden, wenn in diese Röhre noch ein Drahtbündel eingeführt wird. Diefs ist wenigstens der Fall, wenn die Röhre ziemlich stark in Eisen ist, wie das oben erwähnte Stück des Flintenlaufs. Ist dieselbe aber dünn, aus Eisenblech, so zeigt sich eine, wiewohl sehr geringe, Verstärkung der Zuckungen, wenn ein Drahtbündel in die Röhre eingeführt wird. Diefs beruht ohne Zweifel darauf, daß die Blechröhre so dünn ist, daß sie keinen hinreichenden Leiter für den Strom bildet, welcher durch das Verschwinden des Magnetismus aus dem Drahtbündel durch Induction in ihr erzeugt wird. Deshalb entsteht dieser Strom theilweis auch in dem Schließungsdraht. Daß

dies nicht auch der Fall ist, wenn statt der dünnen Röhre von Eisenblech eine solche von Messingblech angewendet wird, hat offenbar darin seinen Grund, daß das Messing ein ungleich besserer Leiter der Elektrizität ist, als das Eisen. Ich habe, um dies zu bestätigen, eine Röhre aus Neusilber (Argentan) angewendet, das bekanntlich ein außerordentlich schlechter Leiter der Elektrizität ist. Die Stärke des Metalls in dieser Röhre war dieselbe, als in den Röhren aus Messing und Eisenblech. Diese Röhre allein angewendet, brachte eben so wenig eine Verstärkung der Zuckungen hervor, als die Röhre aus Messing. Wurde aber das Drahtbündel mit dieser Umbüllung von Argentan angewendet, so wirkte es gleichfalls, wiewohl sehr schwach, inducirend auf den Schließungsdraht, und brachte eine geringe Verstärkung der Zuckungen hervor. Offenbar war alsdann das Argentan ebenfalls kein hinreichender Leiter für die Erzeugung des Stroms durch Induction. Die Wirkung einer *aufgeschlitzten* eisernen Röhre nimmt, wenn ein Drahtbündel in dieselbe eingebracht wird, bedeutend zu, die aufgeschlitzte Röhre mag dünn oder dick in Eisen seyn.

Die Beobachtung, daß ein Drahtbündel, das in einer Röhre aus Eisen eingeschlossen ist, nicht stärker inducirend auf den Schließungsdraht wirkt, als die Röhre allein, wenigstens wenn diese einige Masse besitzt, lehrt, daß eine massive Eisenmasse eigentlich immer nur durch ihre Peripherie inducirend auf den Schließungsdraht wirkt, und daß der innere Theil des Eisens seine inducirende Wirkung nur auf den äußeren Theil desselben Metalls, nicht aber auf den Schließungsdraht ausübt. Freilich sollte alsdann die Wirkung einer Röhre abnehmen, wenn Eisen in dieselbe eingebracht wird, sey es in massiver Form oder in Form von Drähten. Weil dies, indem es auf die eiserne Röhre inducirend wirkt, in dieser Magnetismus erzeugt, wodurch die Wirkung des verschwindenden Magnetismus des Rohrs abnehmen muß. Eine

solche Abnahme der inducirenden Wirkung scheint allerdings stattzufinden. Denn wenn man in eine Röhre aus Eisenblech eine massive, die Röhre ganz ausfüllende Eisenmasse bringt, so nehmen die Zuckungen allerdings ab, indess ist diese Abnahme kaum merklich; und, was sehr zu beachten ist, die Zuckungen sind alsdann immer noch viel stärker, als von der massiven Eisenmasse allein. Ich glaube, daß man aus diesem Factum den Schluß ziehen darf, daß die elektrischen Ströme, welche in dem Eisen durch Induction gebildet werden und Magnetismus in demselben erzeugen, sich auf andere Weise ausbreiten, und nicht an denselben Stellen entstehen, als die, welche den Magnetismus bedingen, den das Eisen hat, während die Kette geschlossen ist. Alsdann nämlich ist es denkbar, daß die Bildung der ersteren gehindert wird, wenn sich in dem Eisen Trennungen irgend einer Art befinden, selbst solche, die concentrisch sind mit der Richtung des umgebenden Schließungsdrahts, während dieß nicht stattfindet für die letzteren. In diesem Falle aber würde der entstehende Magnetismus sehr schwach seyn im Verhältniß zu dem vorhandenen, und deshalb würde das Eisen stärker inducirend auf den Schließungsdraht wirken. Auf dieser Verschiedenheit der den Magnetismus bedingenden elektrischen Ströme scheint die stärkere Wirkung der Röhren vorzugsweise zu beruhen. Ich wage es indess nicht, auf die Art der Verbreitung dieser Ströme hier weiter einzugehen, da erst fernere Versuche hierüber Aufschluß gewähren müssen.

Aus diesen Versuchen ergeben sich einige Anwendungen für die Construction solcher elektro-magnetischen Maschinen, welche auf der inducirenden Wirkung des Schließungsdrahts einer galvanischen Säule beruhen. Man wird nämlich gut thun, metallene Hülsen zum Aufwickeln des Schließungsdrahts zu vermeiden, oder dieselben, wie es schon zu geschehen pflegt, aufzuschlitzen; außerdem aber Bündel von Eisendraht, und wo möglich von be-

spannenem Eisendraht, statt der massiven Eisenmassen anzuwenden. Anders verhält es sich mit den Maschinen, welche auf der inducirenden Wirkung von Stahlmagneten beruhen. Bei diesen ist kein galvanischer Strom vorhanden, es kann daher auch nicht beim Verschwinden des Magnetismus aus dem Eisen gleichzeitig Magnetismus in demselben entstehen, und die Wirkung des verschwindenden schwächen. Daher werden hierbei Drahtbündel schwerlich einen Vorzug vor massiven Eisenmassen gewähren. Ich hoffe indess, daß die Versuche, mit welchen ich in dieser Beziehung beschäftigt bin, mich in den Stand setzen werden, hieüber etwas bestimmtes mitzutheilen.

VII. *Ueber die Erscheinungen der Gährung, Fäulniß und Verwesung, und ihre Ursachen; von Justus Liebig.*

(Mitgetheilt vom Verfasser.)

In dem Folgenden will ich versuchen einige Grundsätze zu entwickeln, nach denen, von dem gegenwärtigen Standpunkt der organischen Chemie aus betrachtet, die Erscheinungen beurtheilt werden müssen, welche die von selbst erfolgenden, d. h. durch unbekannte Ursachen veranlaßten, Zersetzungen und Veränderungen der organischen Materien begleiten.

Betrachten wir zuvörderst die Elemente der organischen Verbindungen, so weiß man, daß *Kohlenstoff*, *Wasserstoff*, *Stickstoff* und *Sauerstoff* zu einander einen höchst ungleichen Grad von Anziehung besitzen.

Wir wissen, daß bei der Verbrennung eines aus Kohlenstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Körpers zuerst der Wasserstoff, und nur dann der Kohlenstoff