Funkeln der Sterne. IV. 547.
Fuselöl. IX. 1705.
Fuss, ägyptischer. VI. 1231. jüdischer. 1237. arabischer. 1237. griechischer. 1242. römischer alter. 1248. französischer. 1271. englischer. 1295. wiener. 1313. rheinländischer. 1324. schwedischer. 1334. dänischer. 1339. russischer. 1346. würtembergischer. 1360. baierscher. 1365. hessischer. 1370. badischer. 1374. römischer neuer. 1386. portugiesischer. 1387. spanischer. 1389.

G.

Gabbro. Felsart. III. 1083. 1086.
Gährung. IV. 3. die weinige und geistige, saure oder Essiggährung, die Zuckergährung. 553.
Galaktometer. IV. 553.
Galibi. Versteinerte Menschen. IV. 1299.
Gallenbraun. IX. 1720. **Gallenfett.** IX. 1707. **Gallensüss.** IX. 1717.
Gallerte. IX. 1717.
Gallone. Englisches Flüssigkeitsmass. VI. 1309.
Gallussäure. IX. 1698.
Galvanismus. IV. 554. Geschichte. 556. Galvani's Entdeckung. 558. Volta's Widerspruch gegen die Theorie. 560. Umgestaltung der Ansicht. 568. Davy's Erweiterungen. 571. Einfache galvanische Kette und dahin gehörige Thatsachen. 573. Volta's Fundamentalversuch. 575. durch Andere wiederholt. 581—589. Erreger und deren Spannungsreihe. 590. trockne. 591. Versuche mit dem Froschpräparate. 595. feuchte Erreger. 615. verschiedene Arten der Volta'schen Ketten. 649. chemischer Process in der galvanischen Kette. 652. Metallvegetationen. 658. chemischer Process in Ketten aus einem trocknen und zwei feuchten Erregern. 669. Wärme-Entbindung durch Schliessung der Kette. 689. Wollaston's Apparat. 690. Hare's Calorimotor. 692. Children's Deflagrator. 693. Einfluss des galvanischen Stromes auf die Magnetnadel. 697. galvanische Reizerscheinungen. 701. Eisen verstärkt dieselben. 710. Ketten aus zwei Erregern der ersten Classe und einem thierischen Körper. 712. Schliessungs- und Trennungszuckungen. 717. pseudogalvanische Erscheinungen. 728. 766. Nervenreiz durch Galvanismus. 734. Theorie, ältere. 741. namentlich v. Humboldt's. 742. Volta's. 747. Elektromotoren und Spannungsunterschied. 749. unwirksame Ketten. 756. Bedingung der Stärke des elektrischen Stromes. 758. Anwendung der Volta'schen Theorie auf die Erscheinungen bei thierischen Körpern. 759. auf die chemischen Wirkungen. 769. auf Wärmeentbindung. 785. und Erzeugung des Magnetismus. 787. Wirkung der feuchten Leiter nach Volta. 788. nach Ritter. 795. nach Davy. 810. nach Jäger. 813. Pohl's dynamische Theorie. 817.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Vervielfachte oder zusammengesetzte Kette; Volta'sche Säule. IV. 824. Phänomene der offenen. 827. Zunahme der Spannung. 829. elektroskopische Erscheinungen der einseitig abgeleiteten. 834. Versuche mit dem Condensator. 842. unvollkommen geschlossene Säulen. 845. vollkommen geschlossene. 851. aus zwei Metallen und einer Flüssigkeit. 852. aus einem Erreger der ersten und zwei Erregern der zweiten Classe. 855. aus blossen Erregern der zweiten Classe. 857. zweigliedrige Säulen. 858. chemische Wirkungen der zusammengesetzten Säule. 866. Polarisirung der Zersetzungsdrähte. 879. Menge der erhaltenen Gase. 883. Bedingungen, welche auf diese Mengen einen Einfluss ausüben. 885—898. eintretende Schwankungen. 897. Gasentbindung hört auf unter achtfachem atmosphärischem Drucke. 898. Gleichzeitige Säurebildung. 898. Pacchiani's vermeintliche Bildung der Salzsäure. 901. widerlegt durch Davy. 902. die Wirkungen der zusammengesetzten Säule sind von äussern Umständen abhängig. 902. Zersetzungen sonstiger Substanzen. 907. und Ansammeln derselben an den Polardrähten. 910. die Zersetzung erstreckt sich auch auf die feuchten Zwischenleiter. 913. Unterbrechung des feuchten Leiters durch einen Leiter der ersten Classe. 916. chemische Wirkungen in der offenen Säule. 918. Wärmeentwickelung bis zur Verbrennung durch die zusammengesetzte Säule. 921. hängt ab von der Zahl der Plattenpaare. 924. der grösseren Oberfläche. 926. dem feuchten Leiter. 929. physiologische Wirkungen der zusammengesetzten Säule. 931. ungleiche der beiden Pole. 934. Geschwindigkeit der Fortpflanzung des elektrischen Stromes. 938. Bedingungen, welche diese Wirkungen modificiren. 940—948.

Theorie der zusammengesetzten Säule. IV. 948. Volta's. 949. geprüft durch die grossen Ladungsversuche im Teyler'schen Museum zu Harlem. 958. namentlich hinsichtlich der grossen gegebenen Menge der Elektricität. 962. Einwürfe gegen dieselbe aus der Interpolirung von Metallplatten in den Strom der Säule. 966. aus der Verbindung von zwei Kupferplatten mit einer eingeschlossenen Zinkplatte. 972. aus dem Verhältniss der Oxydation der Platten zur Wirksamkeit der Säule. 976. Jäger's Theorie. 977. abgeändert durch Scholz. 982. Parrot's Oxydationstheorie. 987. modificirt durch Becquerel. 991. und Pohl. 992. Schweigger's Vervielfachungstheorie. 998. Anwendung der einfachen Säule zur Sicherung des Kupferbeschlags der Schiffe. 1005. gegen die Epilepsie. 1009.

Zus. Die (S. 898) aufgestellte Behauptung von Pfaff, wonach die Gasentwickelung bei einem Drucke von acht Atmosphären aufhören soll, ist durch Jacobi widerlegt, indem er zeigt, dass sie auch bei stärkerem noch fortdauert[1]. Der Beachtung sehr werth sind die Versuche von Edmund Becquerel[2],

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXVIII. S. 51.
2 Becquerel Traité de Physique u. s. w. T. I. p. 450.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wonach ein elektrischer Strom entsteht, wenn Gold- oder Platin-Drähte in zwei durch eine feine Membrane geschiedene Abtheilungen einer gleichen Flüssigkeit getaucht werden, auf deren eine die chemisch wirkenden Lichtstrahlen fallen. Bemerkenswerth sind nicht minder die Versuche von MARIANINI[1], wonach mehrere elektrische Ströme, die, sich durchkreuzend, durch die nämliche Flüssigkeit geleitet werden, sich nicht stören.

FARADAY's Leistungen in der Lehre vom Galvanismus, wovon bereits oben (s. **Elektricität**) die Rede war, beziehn sich hauptsächlich auf Folgendes. Zuerst zeigt er, dass Wasser nicht der einzige Körper sey, welcher zwischen Metallen einen elektrischen Strom giebt, wie H. DAVY[2] anfangs behauptete und diese Eigenschaft später noch auf Bleiglätte und chlorsaures Kali, beide geschmolzen, ausdehnte[3], sondern dass auch Salpeter, chlorsaures Kali, kohlensaures Kali, schwefelsaures Natron, Blei-, Natrium-, Wismuth-, Calcium-Chlorid, Bleiiodid, Wismuthoxyd und Bleioxyd, sämmtlich im geschmolzenen Zustande, zwischen Platin und Kupfer, phosphorsaures Natron, salpetersaures Silberoxyd oder Chlorsilber zwischen Platin und Eisen, einen galvanischen Strom geben. Wichtiger aber ist die Theorie der elektrischen Wirksamkeit, die er schon in der fünften Reihe seiner Untersuchungen aufstellt, weil sich hierauf die meisten seiner folgenden Versuche beziehn. Zuerst erwähnt er die Theorieen von GROTTHUSS[4] und H. DAVY[5], wonach die Zersetzungen an den Enden der Polardrähte durch Anziehung und Abstossung bewirkt werden; von RIFFAULT und CHOMPRÉ[6], wonach die Zersetzungen auf der ganzen Bahn des elektrischen Stromes durch die Flüssigkeit erfolgen, indem der negative Pol die Säuren zum positiven Pole führe und umgekehrt; von BIOT[7], welche im Ganzen mit der von GROTTHUSS übereinstimmt, und von DE LA RIVE[8], welcher den Zersetzungsprozess als ein Ver-

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. XLII. p. 131. Poggendorff Ann. Bd. XVIII. S. 276.
2 Elements of chemic. Phil. p. 169.
3 Phil. Trans. 1826. p. 406.
4 Ann. de Chim. T. LVIII. p. 66. T. LXIII. p. 20.
5 Philos. Trans. 1807. p. 29. 1826. p. 383.
6 Ann. de Chim. T. LXIII. p. 83.
7 Précis élém. 3me éd. T. I. p. 636.
8 Ann. de Chim. et Phys. T. XXVIII. p. 190.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wandtschaftsspiel zwischen den Elektricitäten und den Atomen betrachtet, indem der Strom des positiven Poles den Sauerstoff oder die Säure frei mache, sich mit dem Wasserstoff oder den Basen verbinde und durch die Flüssigkeit zum negativen führe, wo er in das Metall eindringe, während gerade das umgekehrte Verhalten am negativen Pole stattfinde. Die im Strome liegenden Theilchen der Flüssigkeit werden nicht zersetzt, sondern dienen bloss zur Leitung der zwischen beiden Polen strömenden Elektricität. Diesen Theorieen setzt FARADAY als Argument entgegen, dass eine Zersetzung auch dann erfolgt, wenn man in der Luft gehaltene zugespitzte, mit einer Salzlösung benetzte, Papierstreifen dem Conductor der Elektrisirmaschine nähert (s. oben **Elektricität**), sofern doch die Luft unmöglich einen anziehenden oder abstossenden Pol bilden könne, und einen neuen sinnreichen Versuch, worin Wasser die Stelle der Luft vertrat. Ein 4 Z. hoher und ebenso weiter Glascylinder war durch eine Scheidewand a von Glimmer, die 1,5 Zoll tief herabging und an den Seiten wasserdicht schloss, in zwei Hälften getheilt. An der einen Seite ging das Platinblech b herab und wurde durch den Glasklotz c festgehalten. Der untere Raum bis zur Mitte enthielt eine starke Lösung von schwefelsaurer Magnesia, die so vorsichtig eingegossen war, dass kein Anhängen von Tropfen derselben an den Wandungen stattfand. Auf die Fläche der Flüssigkeit an der anderen Seite c wurde eine flache Korkscheibe gelegt und mittelst derselben vorsichtig, ohne Strömungen zu erzeugen, reines Wasser aufgegossen, bis nahe an den Rand. Beide Flüssigkeiten standen scharf abgeschnitten ruhig über einander. Als darauf das rechtwinklig gebogene Platinblech e dicht unter die Oberfläche des Wassers gebracht und die Drähte beider Platinbleche mit den Polen einer kräftigen Volta'schen Säule verbunden worden waren, bildete sich ein über die Fläche der Lösung in das reine Wasser eintretender Niederschlag, und nach hinlänglich langer Zeit zeigte die Platinplatte e nicht die geringste Spur eines vorhandenen Alkali, die Platte b aber gab die deutlichsten Zeichen vorhandener Säure. Fig. 14.

FARADAY meint, die Luft und die Wasserfläche könnten unmöglich einen Pol mit anziehenden und abstossenden Kräften abgeben, die mit der Entfernung an Intensität abnehmen und in der Mitte sich neutralisiren, wonach also die erwähnten

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Theorieen widerlegt seyen. Hiergegen lässt sich allerdings nichts einwenden, allein wenn man überall ein eigentliches Strömen eines elektrischen Fluidums annimmt, so verändert sich dadurch die ganze Ansicht der Wirksamkeit desselben denn alsdann muss dasselbe nothwendig aus einer gegebenen Spitze, wenn auch nur in die Luft sich verbreitend, ausströmen und sich in dem genäherten Körper wieder concentriren, welcher dann ohne Beihülfe der Luft den zweiten Pol bildet; der letzte Versuch aber vermag De la Rive's Theorie nicht zu widerlegen, wonach eine Strömung durch die gesammte zwischenliegende Flüssigkeit stattfindet, in welcher die sich berührenden Flächen beider Flüssigkeiten eine Grenze bilden, an welcher die zersetzende Kraft wechselt, so dass die getrennte Magnesia nur bis zu dieser geführt werden kann. Wir wollen aber weiter sehen, welche Theorie auf die Resultate dieser Versuche gegründet wird, und da diese die Grundlage der später sehr allgemein angenommenen sogenannten chemischen Theorie der hydroelektrischen Säule im Gegensatze der Contact-Theorie geworden ist, so verdient sie in ihrer Wesenheit genau aufgefasst zu werden, um über ihre Zulässigkeit genügend zu urtheilen.

Niemals ist, sagt Faraday, das elektrische Fluidum (er nennt es influence) in seine Theile zerlegt worden, und es lässt sich vielleicht am besten betrachten als die Axe einer Kraft, die nach entgegengesetzten Richtungen genau gleich starke aber entgegengesetzte Wirkungen ausübt. Die elektrochemische Zerlegung insbesondere rührt her von einer Kraft, die entweder der gewöhnlichen chemischen Affinität der vorhandenen Körper hinzutritt, oder dieser Richtung verleiht. Der zersetzte Körper erscheint als eine Masse wirkender Theilchen, von denen alle die, welche im Laufe des elektrischen Stromes liegen, zu der Endwirkung beitragen, und indem die chemische Affinität durch den Einfluss des elektrischen Stromes dessen Laufe parallel in der einen Richtung verringert, geschwächt oder theilweise neutralisirt, in der andern verstärkt und unterstützt wird, so erhalten die verbundenen Theilchen eine Neigung, entgegengesetzte Wege einzuschlagen. Der Effect hängt wesentlich ab von der entgegengesetzten chemischen Affinität der Theilchen entgegengesetzter Art. Dabei wird nicht vorausgesetzt, dass die thätigen Theilchen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

in einer geraden Linie zwischen den Polen liegen. Die Wirkungslinien, welche man als Repräsentanten der eine zu zersetzende Masse durchlaufenden elektrischen Ströme ansehen kann, sind oft, und selbst wenn zwei Spitzen in eine Flüssigkeit eingetaucht werden, sehr unregelmässig und divergiren sehr stark. Die auf einander wirkenden Theilchen müssen mit ihnen nicht nothwendig parallel liegen, doch wird dann der Effect ein Maximum. Werden z. B. Drähte als Pole in einem mit einer Lösung gefüllten Gefässe angewandt, so erfolgen die Trennungen und Zusammensetzungen auch rechts und links von der geraden Linie zwischen ihnen, überhaupt allenthalben, wohin die Ströme sich erstrecken. Die Theorie erfordert endlich die Annahme, dass die elementaren Theilchen eines zu zersetzenden Körpers einen Einfluss auf einander ausüben, der sich über diejenigen hinaus erstreckt, mit denen sie in unmittelbarer Berührung stehen. So muss z. B. für das Wasser angenommen werden, dass ein mit einem Sauerstofftheilchen verbundenes Wasserstofftheilchen sich gegen andere Sauerstofftheilchen, obgleich diese mit anderen Wasserstofftheilchen verbunden sind, nicht ganz indifferent verhalte, sondern eine Verwandtschaft oder Anziehung gegen sie äussere, welche zwar geringer ist als die, welche es an sein eigenes Sauerstofftheilchen bindet, dennoch aber diese unter einem in bestimmter Richtung stattfindenden elektrischen Einflusse wohl gar übertreffen kann. Die Effecte sind demnach zu betrachten als aus inneren, den zu zersetzenden Körpern angehörenden Kräften entsprungen, nicht aus äusserlichen, von den Polen ausgehenden. Hiernach sind die Wirkungen die Folge einer durch den elektrischen Strom hervorgebrachten Abänderung der chemischen Verwandtschaft der in oder neben dem Strome liegenden Theilchen, wodurch diese das Vermögen erlangen, in einer Richtung stärker zu wirken, als in einer andern, und demgemäss durch eine Reihe von Zersetzungen und Wiederzusammensetzungen in entgegengesetzten Richtungen fortgeführt, endlich aber an den in der Richtung des Stromes liegenden Grenzen des zu zersetzenden Körpers ausgetrieben zu werden. Die sogenannten Pole sind bloss die Oberflächen oder Thüren, durch welche die Elektricität zu den zu zersetzenden Substanzen ein- oder austritt; Metalle eignen sich am besten wegen ihrer starken Leitung und weil sie als starr nicht unmittelbar übergeführt werden, Wasser ist wenig leitend, mit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den meisten Substanzen mischbar und aus Elementen bestehend, welche in ihren elektrischen und chemischen Beziehungen einander direct und stark entgegengesetzt sind, in ihrer Verbindung aber den neutralsten Körper unter allen bilden. Daher wird die Uebertragung einer überwiegenden Menge von Körpern, die sich in ihm gelöst in den elektrischen Strom bringen lassen, von der Uebertragung des Wassers oder seiner Bestandtheile unterstützt oder begleitet, weswegen denn die abgeschiedenen Substanzen so selten an der Fläche des Wassers liegen bleiben und dieses sich zu einem Pole nicht eignet. Gase endlich leiten zu schlecht und sind daher für galvanische Elektricität nicht anwendbar[1].

FARADAY's weitere zahlreiche Untersuchungen bezwecken vorzugsweise zu beweisen, dass seine Theorie die allein richtige sey, wonach die zerlegende Kraft der Elektricität nicht an den Polen, sondern in den zersetzt werdenden Körpern liege, indem Sauerstoff und Säuren zum negativen Ende eines solchen Körpers gemacht werden, wenn sich Wasserstoff und Metalle am positiven Ende entwickeln. Der im Experimentiren ausnehmend geübte Britte hat eine ungewöhnlich zahlreiche Menge von ihm beobachteter elektrochemischer Zerlegungen mitgetheilt, woraus man die getrennten Bestandtheile nebst der Art und den Gesetzen, wonach die Zerlegungen erfolgen, kennen zu lernen Gelegenheit hat. Unter andern prüfte er binäre Verbindungen, um zu ermitteln, ob ein aus den Aequivalenten der Elemente zu entnehmendes Gesetz der Zersetzbarkeit stattfinde, was dann mit der von H. DAVY[2] aufgefundenen, von BERZELIUS erläuterten Theorie zusammenfallen würde, wonach die chemische Verwandtschaft bloss das Resultat der elektrischen Anziehungen der Körpertheilchen ist. Zu den Resultaten gehört ferner noch das namentlich für die Wassserzersetzung aufgefundene Gesetz, dass die Menge der in einer gegebenen Zeit erzeugten Gase allezeit der Quantität der durchströmenden Elektricität proportional sey, worauf sich das von ihm erfundene Volta-Elektrometer oder Voltameter gründet. Wir übergehen hier eine nähere Betrachtung der aufgefundenen genaueren Bestimmungen, ob die durch Zersetzung erhal-

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXII. S. 401.
2 Phil. Trans. 1807. p. 32. 1826. p. 387.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

tenen Substanzen primäre oder secundäre sind, indem man unter den letzteren diejenigen versteht, welche vor ihrem Auftreten an den Elektroden verändert werden. Die Versuche, zunächst bestimmt, die den Atomen der Körper zukommenden absoluten Mengen der Elektricität auszumitteln, führten zu dem wichtigen Gesetze, dass die Elektricität, welche eine gewisse Menge von Substanz zersetzt, und die, welche bei der Zersetzung derselben Menge entwickelt wird, einander gleich sind[1].

In der achten Reihe seiner Untersuchungen beschäftigt FARADAY sich zuerst mit den Wirkungen der einfachen Volta'schen Säule und theilt dabei eine Menge interessanter Thatsachen mit, die aber zu gross ist, als dass es geeignet wäre, sie hier aufzunehmen. Unter anderem fand er, dass die Körper in folgender Reihe eine zunehmend grössere Intensität des elektrischen Stromes zu ihrer Zersetzung bedürfen: Iodkaliumlösung, geschmolzenes Chlorsilber, geschmolzenes Zinnchlorür, geschmolzenes Chlorblei, geschmolzenes Iodblei, Salzsäure durch Schwefelsäure, gesäuertes Wasser. Vorzugsweise geht sein Bestreben dahin zu zeigen, dass der Metallcontact keineswegs zur Erzeugung eines elektrischen Stromes erforderlich sey, dass vielmehr die von ihm aufgestellte Theorie alle Erscheinungen besser erkläre. Da die Gegner dieser Hypothese seitdem alle von ihm als beweisend aufgestellte Phänomene auch aus der Contacttheorie erklärt haben, so ist es zweckmässiger, diese Frage für sich mit Berücksichtigung der von beiden Seiten als vorzugsweise beweisend aufgestellten Thatsachen und mit Weglassung der minder bedeutenden übersichtlich zusammenzustellen, und es möge daher genügen, hier nur die eine Thatsache herauszuheben, welche, wenn sie wahr wäre, allerdings den Beweis liefern würde, dass der elektrische Strom eine Folge des Chemismus sey. FARADAY behauptet, dass ein Verbindungsdraht zwischen einer Platin- und Zinkplatte, wenn beide in ein Gefäss mit Säure getaucht sind, schon früher einen elektrischen Funken gebe, wenn er mit der einen der Platten verbunden sey, als er die andre berühre; allein diese auf mangelhafte Beobachtung gestützte Behauptung ist seitdem genügend widerlegt. Am beweisendsten sind ohne

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIII. S. 306. 433. 481.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zweifel die Versuche JACOBI's[1], welcher folgerecht argumentirte, es müsse ein fortdauernder Luftstrom entstehen können, wenn der Funke in messbarer Entfernung übersprünge, und daher einen eigenen Apparat construirte, vermittelst dessen zwei Drahtenden oder Kugeln auf bestimmte, mikrometrisch gemessene Entfernungen gebracht werden konnten. Hier fand es sich dann, dass weder ein Funke, noch ein durch ein feines Galvanometer messbarer Strom entstand, so lange der Abstand der Metalle noch 0,00005 eines englischen Zolles betrug. Die Resultate dieser Versuche haben FARADAY vermocht, seine Behauptung zurückzunehmen. Uebrigens vermochte DRAPER selbst in der Torricelli'schen Leere ohne wirkliche Berührung nicht, einen sichtbaren Funken zu erzeugen[2]. Ist aber der Funke einmal vorhanden, dann dauert er bekanntlich in Folge der von den Körpern fortgerissenen Substanzen fort, ja man kann ihn auch ursprünglich erregen, wenn man durch die beiden genäherten Polardrähte einen Flaschenschlag leitet[3]. Auch nach GASSIOT kommt bei $\frac{1}{000}$ Zoll Abstand noch kein Funke zum Vorschein[4]. Die Versuche mit der zusammengesetzten Volta'schen Säule führten unter anderm zu dem Resultate, dass es vortheilhaft sey, statt des blossen Zinkes das durch KEMP empfohlene Zinkamalgam[5] oder die durch STURGEON vorgeschlagenen amalgamirten Zinkplatten, die seitdem sehr allgemein in Gebrauch gekommen sind, in Anwendung zu bringen. FARADAY untersuchte das hierdurch bedingte, anscheinend widersprechende Verhalten des Zinks, sofern es stärker elektrochemisch wirkt, wenn es von der Säure weniger angegriffen wird, mit gewohnter Genauigkeit (§. 863), und fand, dass das amalgamirte Zink um einen proportionalen Theil durch aufgenommenen Sauerstoff schwerer wird, als das am negativen Metalle entwickelte Wasserstoffgas beträgt. Bei nicht amalgamirtem Zink entblösst die Säure auf dessen Oberfläche eine beträchtliche Menge Kupfer, Blei, Kadmium und sonstige Metalle (etwa auch Kohle?), welche die Wirkung hindern und die starke Ent-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIV. S. 633.
2 S. Lond. and Edinb. Philos. Mag. T. XV. p. 349.
3 Sturgeon's Annals of Electricity. T. III. p. 507.
4 Philos. Trans. 1841. p. 183.
5 Edinb. Philos. Journ. 1828. Oct.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wickelung des Wasserstoffgas auf ihrer Oberfläche bedingen. Die Amalgamirung ist insofern vortheilhaft, als sie eine überall gleichmässige Oberfläche darbietet. Nähere Beachtung verdient auch die Untersuchung über die Wirkungen der in die Säule eingeschalteten Zwischenplatten und über die Ursachen, welche die Wirksamkeit der Säulen hindern, worunter namentlich auch die Umkehrung der Platten gehört, weil sie dann einen Gegenstrom erzeugen [1].

Die sechzehnte und siebzehnte Reihe der Experimentaluntersuchungen sind vorzugsweise, wo nicht einzig der Begründung und Vertheidigung der chemischen Theorie im Gegensatz gegen die ältere Contacttheorie gewidmet, und es dürfte am geeignetsten seyn, die Hauptargumente und die zu ihrer Unterstützung vorgebrachten Thatsachen ohne weitere Bemerkungen hier mitzutheilen.

Faraday schliesst sich im Wesentlichen den Ansichten an, die De la Rive, der eigentliche Begründer der chemischen Theorie [2], schon vorher aufgestellt hatte, und den Resultaten, welche Becquerel [3] durch seine zahlreichen schätzbaren Versuche erhielt. In Beziehung auf die Contacttheorie hält er nicht fest an der ursprünglichen Ansicht Volta's, wonach die Flüssigkeiten bloss Leiter seyn sollen, sondern räumt ein, dass nach der Ansicht der neueren Physiker auch die letzteren selbsterregend wirken; seine eigenthümliche Vorstellung von der chemischen Theorie verdient aber wohl mit seinen eigenen Worten wiedergegeben zu werden. „Die chemische Theorie „nimmt an, dass an dem Orte der Wirkung die in Berührung „stehenden Theilchen chemisch auf einander wirken und im „Stande sind, unter Umständen mehr oder weniger von der „wirkenden Kraft in eine dynamische Form zu versetzen, dass „unter den günstigsten Umständen das Ganze in dyamische „Kraft verwandelt wird, dass dann der Betrag der erzeugten „Stromkraft ein genaues Aequivalent der ursprünglich ange„wandten chemischen Kraft ist, und dass in keinem Fall (bei

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXV. S. 1. 222.

2 Ann. de Chim. et Phys. T. XXXVIII. p. 506. XXXIX. p. 297. LXII. p. 147. Poggendorff Ann. Bd. XV. S. 98. 112. XXXVII. 225. XL. 355.

3 Traité de l'Electricité. T. I.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

„der Volta'schen Säule) ein elektrischer Strom erzeugt werden „kann, ohne thätige Ausübung und Verzehrung eines gleichen „Betrages von chemischer Kraft und endend mit einem gegebenen Betrag von chemischer Veränderung." Hauptsächlich bewog ihn ein die Contacttheorie vertheidigender Aufsatz von MARIANINI[1], den Gegenstand wieder aufzunehmen; doch soll die Abhandlung keine Streitschrift seyn, sondern er bezweckt nur, die Phänomene hervorzuheben, die ihm mit der Contacttheorie unverträglich scheinen. Deren giebt es indess eine grosse Menge oder vielmehr es trifft dieses die sämmtlichen Erscheinungen der hydroelektrischen Säule, und um daher nicht zu weitläuftig zu seyn, wird es genügen, nur diejenigen namhaft zu machen, auf welche die Anhänger dieser Theorie einen vorzüglichen Werth legen. Eben diese sind aber von den Anhängern der Contacttheorie einer genauen Prüfung unterworfen, und es scheint mir daher zur leichteren Uebersicht zweckmässig zu seyn, sie in Verbindung mit den Widerlegungen auf gleiche Weise zusammenzustellen, als auf der andern Seite auch diejenigen Thatsachen, welche die Anhänger der Contacttheorie als unwiderleglich beweisend aufgestellt haben, mit den von den Gegnern dagegen vorgebrachten Argumenten vereint mitzutheilen. Im Ganzen nimmt aber der Streit, sofern FARADAY ihn führt, ein merkwürdiges Ende, insofern er sich in ein Nichts auflöst, wie dieses so oft in ähnlichen Fällen vorkommt. FARADAY sagt nämlich: „Nach der Contacttheorie wird angenom„men, dass, wo zwei ungleiche Körper einander berühren, die un„gleichartigen Theile auf einander wirken und entgegengesetzte „Zustände erregen. Ich leugne dieses nicht, glaube vielmehr, „dass eine solche Wirkung in vielen Fällen zwischen an einan„der liegenden Theilchen stattfinden kann, z. B. vorbereitend „die Action in den gewöhnlichen chemischen Erscheinungen „und auch vorbereitend denjenigen Act der chemischen Combi„nation, welcher in der Volta'schen Kette den Strom hervor„ruft." Wird dieses zugegeben, so ist damit die Contacttheorie begründet, denn es ist unmöglich zu beweisen, dass es Fälle gebe, wo bei chemischen Actionen eine solche Wirkung nicht vorausgegangen sey. Die Hauptfrage bleibt immer nur die, ob der elektrische Zustand der Körper, namentlich der Molecule,

1 Memorie della Società Italiana in Modena. T. XXI. p. 217.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vorher vorhanden sey und auf den Chemismus eine Wirkung ausübe oder diesen wohl gar nach der durch BERZELIUS aufgestellten elektrochemischen Theorie ausschliesslich bedinge, oder ob der Chemismus das, was wir Elektricität nennen, erst erzeugt und diese dann, einmal vorhanden, wieder chemische Wirkungen hervorruft. Schon hieraus geht hervor, dass nach der chemischen Theorie die wirkende Kraft erst geschaffen werden muss, nicht aber nach der Contacttheorie, welcher FARADAY diesem Vorwurf macht; denn nach dieser ist das wirkende Agens, Elektricität genannt, in den Körpern schon vorhanden. Wenn er ferner meint, nach dieser müsse auch ein Perpetuum Mobile möglich seyn, so ist dieses auch, wie viele andere durch unvergängliche oder stets sich wieder erneuernde physische Kräfte bewegte Körper, in der trockenen Säule wirklich vorhanden, wenn man anders nicht die Wirksamkeit derselben auf eine chemische Action zurückführen will, was mindestens noch nicht erwiesen ist[1].

Die eigentliche Basis der Contacttheorie bleibt noch immer der Volta'sche Fundamentalversuch, wonach eine polirte Zinkscheibe mit einem negativen Metalle, namentlich Kupfer, in Berührung gebracht sichtbare Spuren vorhandener Elektricität zeigt. Die Gegner dieser Theorie wollten daher dieses Resultat nicht anerkennen oder nahmen zur Feuchtigkeit der Luft ihre Zuflucht, was jedoch mit der zum Gelingen erforderlichen Trockenheit und der Reinheit sorgfältig polirter und abgewischter Platten im Widerspruch steht, doch getrauten sie sich nicht, ihre Zweifel öffentlich in ganzer Strenge zu vertheidigen. DE LA RIVE, der eigentliche Begründer der chemischen Theorie, meint hierüber, es gelinge so selten, die hierbei auftretende Elektricität nachzuweisen, dass man keine Theorie darauf gründen könne[2]. PARROT erhielt zwar jederzeit Zeichen von Elektricität, klagt aber über die dabei vorkommenden Unregelmässigkeiten[3], die meisten aber suchen die Thatsache zu ignoriren. Dieses bewog FECHNER[4], einen eigenen Apparat anzugeben, womit der Versuch unfehlbar gelingt. Dieser besteht aus einem Kasten mit einer eingeschlossenen horizon-

1 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 149. 547. LIII. 316. 548.
2 Recherches sur la cause de l'Electricité Volt. p. 55.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLVI. p. 362.
4 Poggendorff Ann. Bd. XLI. S. 225. Vergl. **Elektrometer.**

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

talen trocknen Säule, an deren Polen sich zwei messingne über den Deckel des Kastens hervorragende Arme befinden, zwischen denen der feine Goldblattstreifen des Elektrometers herabhängt. Da man die Arme der Säule in Charnieren einander mehr nähern kann, so lassen sich auch schwache Spuren der Elektricität nachweisen. Auf das obere Ende des Elektrometers wird eine Kupferplatte oder eine Zinkplatte aufgeschraubt, die dann mit einer beweglichen Zink- oder Kupferscheibe an isolirenden Handgriffen von Schellack zur Anstellung des Versuchs unmittelbar dienen, wenn man sich des gleichfalls dabei befindlichen Condensators nicht bedienen will. Inzwischen bedarf man eines eigenen Apparates hierzu nicht, auch ist bekanntlich das Elektrometer mit der trocknen Säule trüglich, vielmehr genügt ein feines Bennet'sches Blattgold- und selbst ein Strohhalm-Elektrometer mit einer aufgeschraubten 3- bis 4zölligen Kupferplatte und einer gleich grossen isolirten Zinkplatte. PECLET's Versuche mit seinem Condensator sind oben (s. **Condensator**) erwähnt, PELTIER[1] und BECQUEREL[2] haben sie mit Erfolg wiederholt, und ausserdem hat DELLMANN[3] die Resultate mit seinem empfindlichen und zugleich durchaus nicht trüglichen Elektrometer bei der Versammlung der Naturforscher zu Mainz so vielen Physikern und so oft gezeigt (wobei er sich unter Anderm bloss eines roh abgeschliffenen Kupferpfennigs bediente), dass man künftig die Sache selbst wohl nicht mehr zweifelhaft finden, das Nichtgelingen vielmehr in der Mangelhaftigkeit der Apparate oder des Experiments suchen wird. Ueberhaupt wäre es in der That sonderbar, wenn man funfzig Jahre später, als VOLTA den seine Theorie begründenden Fundamentalversuch anstellte, der im nächstfolgenden Decennium so unzählig oft von den verschiedensten Physikern mit Erfolg wiederholt wurde, noch Zweifel gegen denselben hegen wollte. Nicht minder wichtig ist ein zweiter, seit der Erfindung der Säule bekannter Fundamentalsatz, dass durch Berührung der Metalle mit Flüssigkeiten gleichfalls Elektricität erregt wird. Wenn also FARADAY so oft wiederholt, es sey ein elektrischer Strom ohne metallischen Contact vorhan-

1 Compt. rend. 1838. 2me Sem. p. 965.
2 Ebendas. 1839. 1re Sem. p. 426.
3 Poggendorff Ann. Bd. LVIII. S. 49.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

den gewesen, und damit die Contacttheorie widerlegt zu haben glaubt, so ist dieses Argument in sich durchaus nichtig, weil auf jeden Fall Berührung der Galvanometerdrähte mit Flüssigkeiten stattfindet, die man doch eine metallische zu nennen berechtigt sein muss; kein Anhänger der Volta'schen Theorie hat aber noch behauptet, es gäbe keinen elektrischen Strom ohne Berührung zweier heterogener Metalle. Ausser dem aber, was über die elektrische Erregung zwischen Metallen und Flüssigkeiten bereits mitgetheilt worden ist, namentlich den damals neuesten Versuchen Pfaff's (Bd. IV. S. 639), können hier noch diejenigen nachträglich erwähnt werden, welche Karsten[1] bekannt gemacht hat, insbesondere aber die späteren von Pfaff[2] selbst. Uebereinstimmend mit allen früheren geht hieraus hervor, dass jedes Metall mit jeder der angewandten Flüssigkeiten negativ, die Flüssigkeit selbst aber positiv elektrisch wird. Die Stärke der Erregung hängt von der Natur des Metalls und der Flüssigkeit ab, indem einige Metalle in Lösungen ätzender Alkalien und Schwefelleber am stärksten elektrisch werden. Mit den meisten Flüssigkeiten wurden die positiven Metalle am stärksten elektrisch, einige negative Metalle aber mit Schwefelleberlösung. Standen zwei Metalle in der nämlichen Flüssigkeit, und berührte man dasjenige derselben, welches für sich am stärksten negativ elektrisch wurde, so war das andere positiv, berührte man aber das minder negativ elektrische, so zeigte sich das andere noch negativ, aber in geringerem Grade. Gleiche Resultate erhielt Buff[3]. Dieser legte eine Platte des zu prüfenden Metalls auf ein empfindliches Elektrometer, bedeckte sie mit einer reinen Glasscheibe, legte auf letztere eine mit der zu prüfenden Flüssigkeit getränkte Pappscheibe, und berührte gleichzeitig die Flüssigkeit und die Metallplatte mit einem isolirten Drahtbogen aus dem Metall der letzteren. Hiernach war jeder Einfluss der mit im Kreise befindlichen Erde ausgeschlossen. Auch De la Rive[4] hat hierüber Versuche angestellt, indem er die Flüssigkeit in einem Platinbecher auf ein Elektroskop stellte und

1 Ueber Contactelektricität. Berl. 1836. 8.

2 Revision des Galvano-Voltaismus. S. 49. Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 110.

3 Ann. d. Chemie u. Pharmac. Bd. XLII. S. 5.

4 Recherches sur la cause de l'Electr. p. 96. Bibl. univ. de Gen. T. III. p. 375.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die zu untersuchenden Körper hineinsenkte. Als Resultat will er gefunden haben, dass jedes Metall, welches von einer Flüssigkeit angegriffen wird, sich negativ elektrisch, die Flüssigkeit aber positiv elektrisch zeigt, was er dann als einen Beweis für die chemische Hypothese betrachtet, zugleich aber einräumt, dass die Stärke der Elektricität nicht stets der chemischen Action proportional sey. Eine Zinkstange in concentrirter Schwefelsäure giebt stärkere Elektricität, als in verdünnter, weil die letztere besser leiten und daher die Wiedervereinigung beider Elektricitäten erleichtern soll. Die Entscheidung des bloss für die Theorie wichtigen Streites beruht also auf der Beantwortung der Frage, ob alle Metalle durch alle Flüssigkeiten chemisch afficirt werden; denn nur dann, wenn diese bejaht wird, lassen sich die Erscheinungen der hydroelektrischen Säule, aber auch nur dieser, auf den Chemismus zurückführen.

Da die Beweise, welche für die eine und die andre Theorie aufgestellt worden sind, keinen innern Zusammenhang haben, so scheint es mir unnöthig, sie in einer gewissen Ordnung zusammenzustellen; ich werde sie daher so, wie sie sich mir darbieten, an einander reihen [1].

---

1 In einer wenig bekannt gewordenen Dissertation von Janus Houwink: Dissertatio physica de theoria elementi apparatus Voltaici etc. Groningae 1835. 8. ist sehr vollständig und mit gewissenhafter Angabe der Quellen alles dasjenige zusammengestellt, was bis zu jener Zeit über die Volta'sche Säule veröffentlicht worden war. Namentlich findet man darin auch viele wenig oder gar nicht beachtete Versuche von Mulder, die in Natuur en Scheik. Archiev. T. I ff. und in Natuurk. Bijdragen. T. V. enthalten sind. Houwink ist entschiedener Anhänger der chemischen Theorie, erklärt sich indess gegen De la Rive, wenn dieser in Poggendorff Ann. Bd. X. S. 368. den Ursprung des elektrischen Stromes in die Oxydation des Zinks setzt und dann die Oxydation durch den elektrischen Strom vermehrt werden lässt, also die Wirkung zur Ursache dieser nämlichen Wirkung macht. Wörtlich heisst es: „Hiernach ist klar, „dass zum Auftreten eines elektrischen Stromes eine beginnende Oxydation „erforderlich ist. Der durch diese Oxydation erzeugte Strom zersetzt „das Wasser und bedingt dadurch eine stärkere Oxydation des sogenann„ten positiven Metalls, und diese Oxydation, die anfangs Wirkung war, „wird darauf Ursache des Stroms.“ Houwink sagt hierüber: „Haec „expositio satis obscura videtur; non enim liquet fluxum excitatum per „oxydationem denuo aquam decomponere posse et hinc oxydatione oxyda„tionem promoveri.“ Dunkel kann die Erklärung wohl nicht scheinen, aber den Widerspruch, dass eine Wirkung zugleich Ursache dieser Wir-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1) Bringt man nach SCHÖNBEIN[1] einen passiven Eisendraht in Berührung mit Platin in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so scheidet sich an letzterem Metalle auch keine Spur von Kupfer aus; wird aber der passive Eisendraht in der Flüssigkeit zur chemischen Thätigkeit bestimmt (z. B. durch Berührung mit einem gewöhnlichen Eisendraht in der Lösung), so erscheint in dem gleichen Augenblicke das Platin mit einem Kupferhäutchen überzogen. Hier wird aber im Voraus zugestanden, dass die Oxydation des passiven Eisens durch Berührung (Contact) mit gewöhnlichem Eisen zur Oxydation (elektrisch) disponirt werde, und die Erscheinung ist daher für die Contacttheorie beweisend. Eben dieses ist der Fall bei den interessanten Versuchen, welche dieser eifrige Forscher an einem andern Orte[2] beschreibt, und zwar direct, wenn angenommen wird, dass ohne chemische Zersetzung ein elektrischer Strom stattfinde, indirect, wenn ausser dem durch Chemismus erzeugten noch ein *Tendenzstrom* stattfinden soll.

2) Der eigentliche Begründer der chemischen Theorie, DE LA RIVE, leitet die elektrischen Ströme allgemein aus chemi-

---

kung seyn soll, was man beim mechanischen Perpetuum mobile so lange vergebens zu erreichen versucht hat, schliesst sie allerdings in sich. Es heisst dagegen: „Aquae decompositio directe pendet ab unione oxygenii „cum zinco, et haec unio est causa fluxus excitati.“ Diese Erklärung ist bei der Anwendung der Sauerstoffsäure unwiderleglich; wenn aber Zink und Platin metallisch verbunden in reines luftfreies Wasser oder kaustisches Kali getaucht werden, so müssen die Anhänger der chemischen Theorie der bisherigen Annahme zuwider entweder annehmen, dass eins dieser beiden Metalle in den genannten Flüssigkeiten oxydirt werde, oder sie müssen den wirklich vorhandenen elektrischen Strom von der durch den Contact beider Metalle erzeugten Elektricität ableiten, die sich obendrein durch das Elektrometer nachweisen lässt und dann wohl auf gleiche Weise zerlegend wirken muss, als die durch Reibung, Magnetismus, Induction und Wärme ohne vorausgehende Oxydation erzeugte Elektricität. Dass man den hierbei und beim Eintauchen zweier Platindrähte in Flüssigkeiten, welche dieses Metall durchaus nicht oxydiren, entstehenden Strom durch eine eingeleitete Oxydation zu erklären sucht und somit eine unhaltbare Hypothese durch eine neue, ganz unbewiesene unterstützt, ist bekannt.

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXIX. S. 351.

2 Ebendas. Bd. XLIII. S. 229.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

schen Wirkungen her[1] und sucht sie endlich gegen die von verschiedenen Seiten, namentlich von PFAFF[2] und von MARIANINI[3], gemachten Einwürfe zu vertheidigen[4]; dabei gesteht er zu, dass BECQUEREL[5] und PELTIER[6] Versuche angestellt haben, aus denen die Entbindung von Elektricität durch blossen Contact hervorgehe, allein er meint, alle Metallflächen würden durch den Einfluss der Luft sehr schnell oxydirt, selbst wenn sie mit einer sehr dünnen Firnissschicht überzogen wären, und hierin liege die Erzeugung der Elektricität beim Volta'schen Fundamentalversuche. Wenn sich aber bei chemischen Einwirkungen keine Elektricität zeige, so sey dieses eine Folge davon, dass die erzeugte sofort wieder neutralisirt werde.

3) Einen Hauptgegner der chemischen Theorie, PFAFF in der erwähnten Schrift, haben wir bereits genannt, und diesem schliesst sich ein anderer, nicht minder gewiegter an, nämlich FECHNER[7], dem die gesammte Elektricitätslehre so viele und bedeutende Erweiterungen verdankt. Vorzugsweise beleuchtet er folgenden Versuch von DE LA RIVE. Steckt man in ein Stück Kalium einen Platindraht, an der entgegengesetzten Seite ein Holzstäbchen, so zeigt sich, so lange letzterer trocken und das Kalium mit reinem Steinöl bedeckt ist, keine Elektricität an dem mit dem Platin berührten Condensator, kommt aber sogleich zum Vorschein, wenn das Stäbchen feucht ist oder das Kalium sich oxydirt. Aus einer genauen Prüfung ging hervor, dass das trockne Stäbchen bloss isolirt, denn es kam selbst dann keine Elektricität zum Vorschein, wenn das Stäbchen am trocknen Ende gehalten, das eingesteckte aber merklich befeuchtet wurde. Die chemische Theorie legt einen grossen Werth darauf, dass Eisen, welches in Wasser und verdünnte Säuren gegen Kupfer positiv ist, in Schwefelleberlösung negativ wird. Eben diese Umkehrung zeigt sich bei Zinn und Kupfer in flüssigem Ammoniak und bei Kupfer und Blei in

---

1 Poggendorff Ann. Bd. XV. S. 98. 122. Bd. XXXVII. S. 225.
2 Revision der Lehre vom Galvano-Voltaismus. Alt. 1837.
3 Ann. de Chim. et Phys. T. XLV. p. 113.
4 Poggendorff Ann. T. XL. p. 355. 515.
5 Ann. de Chim. et Phys. T. XLVI. p. 286. LX. p. 164.
6 L'Institut. 1835. N. 133.
7 Poggendorff Ann. Bd. XLII. S. 481.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

concentrirter und verdünnter Salpetersäure, was dann leicht unter das allgemeine Gesetz gehört, wonach allezeit das stärker angegriffene Metall positiv ist. Es ergiebt sich aber, dass das Kupfer in Schwefelleberlösung durch Veränderung der Oberfläche positiv wird, denn in einer verdünnten Lösung geht das anfänglich normale Verhalten erst allmälig in das entgegengesetzte über. SCHÖNBEIN's eben erwähntes Argument wird auf ähnliche Weise widerlegt; schwieriger aber ist folgendes zu widerlegen. Zink und Kupfer geben in reinem Wasser und in concentrirter Schwefelsäure nur schwache Ströme, in einer Mischung von beiden aber einen starken. Ebenso geben Platin und Gold in reiner Salpetersäure und reiner Salzsäure nur einen schwachen Strom, in einer Mischung von beiden einen stärkeren. FECHNER meint, und unterstützt durch Thatsachen, dass der verstärkte Effect von vermindertem Widerstande abhängen könne; doch dürfte ausserdem der Unterschied wo nicht einzig, doch vorzugsweise von dem geänderten galvanischen Verhältnisse des einen der beiden Metalle oder beider zu den Flüssigkeiten abhängen. Betrachtet man nämlich in dem gegebenen Falle mit Gold und Platin die beiden Säuren einzeln und in ihrer Verbindung bloss als leitend, so ist nicht abzusehn, warum sie vereint einen stärkeren Strom abgeben sollten; wird aber angenommen, dass nur eins der Metalle, z. B. Platin, mit der gemischten Säure stärker negativ disponirt werde, als mit jeder der einzelnen, so muss hierdurch nothwendig der Effect verstärkt werden, und findet dieses bei beiden Metallen statt, so wird diese Hülfswirkung verdoppelt. Diese Deutung ist allerdings nur hypothetisch, sie liegt aber nothwendig im Wesen der Contacttheorie, wonach allgemein durch Verbindung zweier Körper galvanische Erregung erzeugt wird, wenn auch nur eine so schwache, dass sie unmessbar ist. Wir werden hierauf später zurückkommen und erinnern hier nur an die späteren, mit den erwähnten zusammenhängenden Versuche FECHNER's [1], so wie an die Argumente, welche SCHÖNBEIN der einen Reihe derselben entgegengestellt hat [2].

4) Als das vorzüglichste Argument zur Unterstützung der chemischen Theorie der Volta'schen Säule hat man vielseitig

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 433.
2 Ebendas. Bd. XLIV. S. 59.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

das schöne, von FARADAY entdeckte Gesetz der festen elektrolytischen Action angegeben, wie dieses oben bereits erläutert worden ist. Mit Recht aber bemerkt POGGENDORFF[1], dass hierauf gar kein Beweis gegründet werden kann, indem vielmehr allgemein die chemische Wirkung der Elektricität der Intensität ihres Stromes proportional ist, woraus vielmehr die Proportionalität der chemischen Wirksamkeit der Elektricität zu ihrer Masse hervorgeht. Um dieses wenigstens in einem Falle zu zeigen, leitete er den elektrischen Strom einer Saxton'schen Maschine durch zwei Becher mit gesäuertem Wasser, fing in jedem das erzeugte Wasserstoffgas besonders auf und fand beide Quantitäten vollkommen gleich. Ohne Zweifel erstreckt sich daher das merkwürdige Gesetz auf die elektrischen Ströme jeder Art, wenn es nur möglich wäre, dieses bei allen durch das Experiment nachzuweisen. Es lässt sich hieran noch folgendes Argument reihen. Wird der Strom einer Saxton'schen Maschine durch das Galvanometer gemessen und zugleich durch ein Elektrolyt geleitet, so müsste seine Kraft zur doppelten werden, indem zu der vorhandenen nach FARADAY die durch die Elektrolyse erzeugte hinzukäme. Er bleibt aber unverändert, ist unleugbare Ursache des Elektrolyse, und man müsste somit nach FARADAY annehmen, dass ein und dasselbe Agens zugleich Ursache und auch Wirkung der nämlichen Sache seyn könne.

5) Ein Hauptversuch, welchen FARADAY (achte Reihe) als unverträglich mit der Contacttheorie betrachtet, ist folgender. Fig. 15. Eine etwa 8 Zoll lange 0,5 Zoll breite, wohl gereinigte Zinkplatte a wurde oben rechtwinklig umgebogen; eine ebenso breite, etwa 3 Zoll lange Platinplatte b wurde mit einem Platindraht s verbunden; bei x lag zusammengeschlagenes, mit Iodkalium getränktes Fliesspapier. Als er diesen Apparat in das mit verdünnter Schwefel-Salpeter-Säure gefüllte Gefäss c eintauchte, trat bei x sogleich eine Zersetzung ein und es war also ein elektrischer Strom vorhanden. Hierauf gründet sich die so oft von FARADAY wiederholte Behauptung, dass es einen elektrischen Strom ohne metallischen Contact gebe, was allerdings ein unumstössliches Argument gegen eine Contacttheorie wäre, welche alle elektrische Erregungen von der Berührung

1 Dessen Ann. Bd. XLIV. S. 642.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der Metalle ableitete. Allein PFAFF[1] wendet dagegen ganz richtig ein, dass ein einziges Metall mit zwei ungleichen, sich berührenden Flüssigkeiten gleichfalls einen elektrischen Strom giebt und überhaupt ein Metall, welches zwei Flüssigkeiten berührt, nicht mehr als ein einzelnes betrachtet werden kann, folglich im vorliegenden Falle dasjenige Ende des Zinkstreifens, welches die Säure berührt, positiv gegen dasjenige wird, welches mit dem Iodkalium in Berührung steht. FECHNER[2] behandelte die Aufgabe ausführlicher und zeigte durch viele Versuche, dass die zu dieser Classe gehörigen galvanischen Erscheinungen keineswegs mit der Contacttheorie im Widerspruche stehen, im Ganzen vielmehr gegen die chemische zeugen; am vollständigsten aber ist die Sache erörtert und durch eine Menge Versuche erläutert von POGGENDORFF[3], welcher dabei als Metalle Platin, Silber, Kupfer, Zinn, Eisen und Zink (gewöhnliches, amalgamirtes, destillirtes), als Flüssigkeiten Wasser, verdünnte Schwefelsäure, verdünnte Salpetersäure, verdünnte Salzsäure, gesättigtes Chlorwasser, flüssiges Aetzammoniak und Lösungen von kohlensaurem Natron, Bittersalz, Borax, Zinkvitriol, Kochsalz, Salmiak und Iodkalium anwandte. Sein Apparat bestand aus zwei gläsernen Bechern A und B mit zwei Flüssigkeiten a, b gefüllt, worin zwei Metalle P, N gesenkt und diese mit Kupferdrähten verbunden wurden, deren einer einen Multiplicator m einschloss. Ketten dieser Art haben vier Erregungspunkte, zwei in jedem Gefässe; man hat also zwei entgegengesetzte Ströme e und é, und wenn man den Widerstand w berücksichtigt, so wird nach dem Ohm'schen Gesetze die Intensität des Stromes durch Fig. 16.

$$\frac{e - é}{w}$$

ausgedrückt, deren Ermittellung aus dem Ablenkungswinkel der Magnetnadel jedoch zu schwierig ist, weswegen zunächst nur die Richtung des Stroms berücksichtigt wurde. Als Hauptresultate gingen aus den zahlreichen Versuchen hervor, dass die Grösse der elektromotorischen Kraft durch jede dem Wasser zugesetzte Substanz, Elektrolyt oder nicht, verändert wird, bald

1 A. a. O. S. 81.
2 A. a. O.
3 Dessen Ann. Bd. XLIX. S. 31.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

vergrössert, bald verringert und zwar durch dieselbe und in gleichem Verhältniss zugesetzte Substanz für die eine Metallverbindung vergrössert, für die andre verringert. Zweitens aber steht diese Kraft keineswegs im geraden Verhältniss zur Stärke der Verwandtschaft zwischen dem positiven Metalle und der negativen Flüssigkeit, vielmehr ist sie in Fällen schwach, wo man diese Verwandtschaft für stark zu halten hat, und umgekehrt; ja es entsteht häufig ein kräftiger Strom, wo nach dieser Verwandtschaft gar keine Wirkung zu erwarten wäre. Verschiedene andere interessante Ergebnisse dieser Versuche können hier nicht mitgetheilt werden.

6) An diese Untersuchungen schliessen sich zunächst die neueren von PFAFF [1], die im Wesentlichen nur eine Ergänzung und Fortsetzung desjenigen liefern, was er in seiner oben erwähnten Schrift bereits mitgetheilt hat. Die gestellte Aufgabe war eine zweifache, zuerst zu untersuchen, ob durch die rein chemischen Zersetzungen des Verbrennens und der Verdampfung Elektricität erregt wird, worüber DAVY, BECQUEREL und POUILLET früher Versuche angestellt haben, wobei der Letztere unter anderm fand, dass reines Wasser beim Verdampfen keine Elektricität gab, wohl aber salzhaltiges. PFAFF behauptet, alle diese Versuche mit grösster Sorgfalt wiederholt und dabei besonders vermieden zu haben, dass thermoelektrische Wirkungen trügerische Erfolge herbeiriefen. Hiernach gelangte er zu dem Resultate, dass bei keinem Verbrennungsprocesse und bei keiner Entwicklung von Gasen und Dämpfen auch nur die geringste Spur von Elektricität zum Vorschein kam. Eine Spirale von Platindraht in oder neben einer Flamme, in Sauerstoffgas verbrennendes Zink, verbrennendes Wasserstoffgas, Aether und Alkohol gaben nur negative Resultate; bloss ein verbrennender Kohlencylinder zeigte Elektricität, welche aber von dem thermischen Verhalten des glühenden zu dem noch kalten Theile der Kohle abgeleitet wird. Die Entbindungen von Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäure und Salpetergas, wie auch die Verdampfung des Wassers, sowohl des reinen als auch des mit Säuren und Salzen gemischten, gaben gleichfalls bloss negative Resultate. Letztere Behauptung steht mit der gangbaren Vorstellung über die Entstehung der Luftelektricität im Widerspruche; wäre aber die

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 110. 197.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Thatsache wirklich gegründet, was wegen der Schwierigkeit bei Handhabung des Condensators nicht leicht mit Evidenz zu ermitteln ist, so liesse sich die atmosphärische Elektricität wohl mit Grunde auf eine thermoelektrische Quelle zurückführen. Uebrigens leugnet auch FARADAY, dass der Wasserdampf an sich ohne Reibung elektrisch sey. (S. oben **Elektricität** durch Wasserdampf.) PFAFF fand dagegen die sämmtlichen Erscheinungen vollkommen bestätigt, welche der ausnehmend geübte Experimentator BÖTTGER bekannt gemacht hat[1]. Befestigt man an dem Teller eines empfindlichen Elektrometers einen am Ende kreisförmig gebogenen Kupfer- oder Platindraht, um ein Platinschälchen darauf zu setzen, und bringt man in letzteres etwa 6 bis 8 Gran vollkommen trocknes citronsaures oder oxalsaures Silberoxyd, so erfolgt durch Erhitzen mit einer Weingeistlampe[2] schnell eine Zersetzung, die bei dem letzteren Salze mit einer gefahrlosen Detonation verbunden ist, und wenn dann sofort die Lampe entfernt wird, so zeigen sich deutliche Spuren negativer Elektricität, die als erzeugt durch die Verbindung von etwas Silber mit dem Platinschälchen betrachtet werden. Die Zersetzung einer Menge anderer Salze dagegen zeigte nie die mindeste Spur von Elektricität; wurde aber krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd-Kali in das Schälchen gelegt und durch die Lampe in glühenden Fluss gebracht, so zeigte sich keine Elektricität beim Erkalten, wohl aber nachdem die Masse wieder krystallirt war und unter hörbarem Knistern zerriss.

Die zweite Aufgabe war, das Verhalten feuchter Leiter gegen feste Erreger der Elektricität mittelst des Condensators zu prüfen. Die zahlreichen Versuche wurden angestellt, indem PFAFF einen Streifen des zu prüfenden Metalls auf einen gleichen, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit getränkten Pappstreifen legte und mit der oberen Seite durch Vermittelung eines mit reinem Wasser genässten Papiers die Condensatorplatte berührte, oder eine heberförmig gebogene Glasröhre mit der Flüssigkeit füllte, ein Stäbchen des Metalls in den einen Schenkel herabsenkte, in den andern einen nassen Pappstreifen, und

1 Poggendorff Ann. Bd. L. S. 41.

2 Bei Versuchen dieser Art dürfte es räthlich seyn, die elektrisch-leitende Kraft der Weingeistflamme nicht aus den Augen zu lassen, da sie auf die Resultate leicht einen Einfluss ausüben kann.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

von diesem aus mittelst des Fingers die Communication mit dem Condensator herstellte. Als Resultat ging hieraus hervor, dass die Stärke der elektrischen Erregung durchaus in keinem gesetzlichen Verhältniss mit der chemischen Wirkung steht, denn selbst bei gänzlichem Mangel an chemischer Einwirkung fand oft viele Tage hindurch eine elektrische Erregung statt. So wurde Stahl in concentrirte Salpetersäure getaucht und zeigte 14 Tage lang starke positive Elektricität, ohne im mindesten angegriffen zu werden. Blei in concentrirter Schwefelsäure zeigte während 8 Tagen starke positive, Gold und Platin starke negative mit Aetzkali, dagegen Zink in Salzsäure nur schwache, die bei der Abnahme der Zersetzung stärker wurde.

7) Vor allen Dingen darf hier ein Versuch nicht übergangen werden, welchen FARADAY in derjenigen Abhandlung, worin er den Ursprung des elektrischen Stromes in der Volta'schen Kette untersucht[1], als vorzugsweise die Contacttheorie widerlegend und die chemische begründend betrachtet. Sein Apparat bestand aus zwei Glasbechern D und F, mit Schwefelkalium als gut leitender und chemisch auf die angewandten Metalle nicht wirkender Flüssigkeit gefüllt. In den einen Becher war ein Platinblech P und ein Eisenblech E eingesenkt, in den anderen Becher zwei Platinbleche P P, und ausserdem bezeichnet P Platindrähte, E aber Eisendrähte, wonach die Construction der Vorrichtung deutlich ist. Bei G war ein empfindliches Galvanometer eingeschaltet. Von den Berührungsstellen heben sich die beiden a und b als entgegengesetzt auf, die bei x musste aber nach der Contacttheorie einen Strom erregen, doch blieb dieser gänzlich aus, obgleich ein Thermostrom, an einer der Berührungsstellen erregt, die Nadel um 30 bis 40 Grade abweichen machte. Wurde dagegen bei x ein mit Säure oder Salzlösung getränkter Papierstreif oder die Zunge oder nur ein nasser Finger eingeschoben, so entstand sofort ein Strom, und eben dieses konnte bei den Verbindungsstellen a und b geschehen.

Fig. 17.

Sollte dieser Versuch als stringent beweisend gegen die Contacttheorie gelten, so wäre auf jeden Fall erforderlich gewesen, statt dieses zusammengesetzten Verfahrens einfach zu versuchen, ob Eisen und Platin in Schwefelkalium einen Strom

1 Sechzehnte Reihe. §. 1823. Poggendorff Ann. Bd. LII. p. 163.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

geben, in welchem Falle die bestrittene Theorie dadurch bewiesen wäre, vorausgesetzt, dass keins der beiden Metalle, wie FARADAY annimmt und annehmen muss, soll nicht chemische Action ohne Erregung eines elektrischen Stromes vorhanden seyn, von der Flüssigkeit chemisch angegriffen wird. Die Controle, dass der thermoelektrische Strom durch die Kette dringt, ist nicht genügend, denn dieser, zwischen Platin und Eisen erzeugt, ist bedeutend stark auf die Magnetnadel wirkend und mag leicht bedeutender seyn, als der des Contactes zwischen diesen beiden Metallen, welcher ohnehin vorhanden ist und durch die Erwärmung noch verstärkt wird. FARADAY verschweigt nicht, dass beim ersten Eintauchen beider Platten, wenn die übrigen Verbindungen der Kette bereits hergestellt sind, ein Strom entsteht, welcher aber nur fünf bis zehn Minuten dauerte, oder wohl mehrere Stunden, wenn das Eisen nicht vollständig gereinigt war. Dieser Strom soll von einer Einwirkung der Schwefelkalium-Solution auf Eisenoxyd herrühren. Da nach diesen und den Erfahrungen Anderer bei der Wiederholung dieses Versuches ein solcher Strom beim ersten Eintauchen allezeit entsteht, und man nicht zugeben wird, die Herstellung oxydfreien Eisens liege ausser dem Bereiche der Möglichkeit, so verliert hierdurch der Beweis an Kraft, und die ganze Erscheinung wird aus dem Gesichtspuncte der chemischen Theorie höchst verwickelt, nach der Contacttheorie aber vollkommen klar. Nach der Richtung des Stromes nämlich ist das Platin positiv, und wenn man auch zugeben wollte, dass die Verbindung des Schwefels mit dem Eisenoxyd eine entgegengesetzte elektrische Wirkung habe, als die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Metalle, so wäre doch nicht leicht zu enträthseln, warum der durch Verbindung des Schwefels mit dem Eisenoxyd frei werdende Sauerstoff sich nicht mit dem metallischen Eisen verbinden und diesemnach einen fortdauernden Strom erzeugen sollte. Nach der Contacttheorie ist dagegen das Phänomen ganz einfach. Das Eisen wird mit Schwefelkalium so stark negativ, dass der hierdurch entstehende Strom den durch den metallischen Contact beider Metalle gegebenen Strom durch ein schwaches Uebergewicht überwindet, welches letztere durch die Veränderung der Oberflächen beider Metalle so weit vermindert wird, dass beide entgegengesetzte Ströme sich aufheben. Mit einer Säure oder Wasser dagegen wird das Eisen so stark positiv, dass dieser

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stärkere Strom den schwächeren, durch Eisen und Schwefelkalium erregten, völlig überwindet. Nach MARTENS[1] wird das Eisen in der Berührung mit Schwefelkalium passiv, somit dem Platin in elektrischer Beziehung gleich, und kann daher keinen Strom geben. Die weiteren Beweise, welche FARADAY im Verfolge seiner Untersuchungen aufstellt, finden grösstentheils in dem eben Gesagten gleichfalls ihre Erledigung.

8) Ein vor bereits langer Zeit angestellter Versuch scheint mir für die Contacttheorie sehr beweisend. PAYEN[2] senkte eine polirte Eisenplatte und eine Goldplatte in ein Gefäss mit destillirtem Wasser, worin 0,005 Kali aufgelöst war. Nach 18 Monaten zeigte die Eisenplatte keine Spur einer Oxydation. Als darauf beide Platten mit den Enden eines Galvanometers verbunden wurden, wich die Nadel 35° ab; nach einem Zwischenraume von 15 Minuten betrug die Abweichung bei abermaliger Verbindung 25° und nach einer halben Stunde 35°. Dass Eisen im Wasser, worin nur eine sehr geringe Menge Kali aufgelöst ist, auch in der längsten Zeit nicht roste, wird allgemein angenommen, und man sollte daher folgern, dass der elektrische Strom ohne alle chemische Zersetzung entstehe; dennoch aber leiten die Vertheidiger der chemischen Theorie auch diesen von einer beginnenden, einer gleichsam eingeleiteten chemischen Zersetzung ab, die nicht eher zur Wirklichkeit kommen kann, als bis beide Elektricitäten durch den verbindenden vollkommenen Leiter zu strömen vermögen. Auf jeden Fall muss hierbei durch die Berührung der Metalle mit der Flüssigkeit schon eine Trennung der Elektricitäten vorausgegangen seyn, denn es kann unmöglich etwas zu strömen anfangen, ehe es wirklich vorhanden ist.

9) Schon vor langer Zeit hat PFAFF einen schlagenden Beweis gegen die chemische Hypothese in dem Umstande gefunden, dass eine Zink-Platin-Kette in einer Lösung von schwefelsaurem Zink einen elektrischen Strom erregt, wobei nach seiner Ansicht alle chemische Einwirkung gänzlich fehlt. Inzwischen wurde nachgewiesen, dass auch bei dieser Kette die Oxydation des Zinks nicht gänzlich fehlt, vielmehr das wichtige

---

1 Bullet. de l'Acad. Roy. de Bruxelles. T. VIII. p. 308. Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 444.

2 Ann. de Chim. et Phys. 1836. Dec. p. 405.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Faraday'sche Gesetz gleichfalls in Anwendung kommt. Als aber die Grove'sche Säule entdeckt wurde, bei deren Construction PFAFF einen auf der Aussenseite dünn platinirten Becher anwandte, fand er, dass ein stärker elektromagnetisirender Strom erzeugt wurde, wenn er eine concentrirte Solution von schwefelsaurem Zink statt verdünnter Schwefelsäure gebrauchte, denn sein Elektromagnet erhielt durch die letztere Combination nur 40 ℔ Tragkraft, durch die erstere aber 50 ℔. Hier fehlt also nach seiner Ansicht jeder primitive chemische Process zur Anregung des elektrischen Stromes, sofern er weder zwischen Zink und gesättigter schwefelsaurer Zinksolution, noch zwischen Platin und Salpetersäure vorhanden seyn kann, und somit hält er dieses für ein eigentliches *experimentum crucis*, wodurch die chemische Theorie gänzlich widerlegt werden soll[1].

10) Wir übergehen die Einwendungen, wodurch die Anhänger der bestrittenen Hypothese auch dieses Argument zu beseitigen gesucht haben[2], und wenden uns vielmehr zu einer Abhandlung, worin POGGENDORFF[3] diese und die Hauptfragen, worauf es vorzüglich ankommt, zusammengestellt hat, und welche allen denen vorzugsweise zu empfehlen ist, die eine definitive Entscheidung der streitigen Frage suchen, da dieser wackere Gelehrte ebenso fein experimentirt als die Thatsachen unparteiisch prüft und die erhaltenen Resultate stets auf bestimmte Masse zurückführt. Im Allgemeinen ist erwiesen, dass weder die Quantität, noch die Intensität des elektrischen Stromes der Stärke der chemischen Action proportional ist, welche die Flüssigkeit auf eins der verbundenen Metalle vor der Schliessung der Kette ausübt, was allerdings der Fall seyn müsste, wenn die chemische Theorie mindestens in ihrer Anwendung auf die hydroelektrische Säule als mathematisch begründet gelten sollte. Die Vertheidiger der chemischen Theo-

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 303.

2 Auf jeden Fall kann das Argument nicht als ein Anerkennung erzwingendes gelten, sofern sich die gänzliche Abwesenheit jeder chemischen Einwirkung nicht mit absoluter Gewissheit nachweisen lässt; nach der bisher geltenden Ansicht werden beide Metalle durch beide Flüssigkeiten allerdings nicht chemisch angegriffen, allein die Vertheidiger der chemischen Hypothese nehmen zu einer bloss eingeleiteten, nicht zur Vollendung gekommenen chemischen Einwirkung ihre Zuflucht.

3 Dessen Ann. Bd. LIV. S. 353.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

rie suchen dieses gewichtige Argument durch verschiedene, mitunter nicht ungezwungene, Hypothesen zu beseitigen, stellen aber hauptsächlich das Argument entgegen, dass es keinen hydroelektrischen Strom gebe, wo diese Action gänzlich fehle. Wenn man, wie De la Rive, zu einer weder durch das Auge noch durch Wägung oder auf irgend eine andere Weise wahrnehmbare Oxydation der elektrischen Erreger durch Luft und Feuchtigkeit seine Zuflucht nimmt, so lässt sich dieses Argument wohl aufrecht erhalten; allein eine durch Schmutz erblindende Metallplatte ist deswegen keine oxydirte, und überhaupt ist es bedenklich, eine Ursache als wirksam anzunehmen, bei welcher sich ihre Proportionalität zur erzeugten Wirkung nicht nachweisen lässt. Mit Recht muss man es daher nach Poggendorff als ausgemacht betrachten, dass frisch amalgamirtes Zink in einer durch Auskochen von Luft befreiten Lösung eines neutralen Zinksalzes keine chemische Einwirkung erleidet, wohl aber mit einem negativen Metalle verbunden sofort einen starken Strom erzeugt, und zwar einen kräftigern, als der vom nicht amalgamirten Zink, welches in Säuren unter Aufbrausen gelöset wird. Selbst blankes, nicht amalgamirtes, Zink behält in solchen Lösungen mehrere Tage lang seinen Glanz, eben wie Kadmium, Eisen u. s. w. Auf der andern Seite giebt es allerdings Fälle, in denen die Nichtlösbarkeit der Erreger mit dem Mangel eines elektrischen Stromes zusammenfällt, und es ist begreiflich, dass die Anhänger der chemischen Theorie, namentlich Faraday und De la Rive, hierauf einen besonderen Werth legen. Der vor allen anderen hervorgehobene Fall dieser Art findet statt bei Eisen und Platin in Aetzkali, obgleich auch hierbei, nach Faraday's eigenem Zeugniss, der elektrische Strom nicht gänzlich fehlt. Die Contacttheorie würde aber mit sich selbst in Widerspruch gerathen, wenn sie die Stärke des elektrischen Stromes bloss von dem Contacte der Erreger ableiten wollte, da sie vielmehr die Resultante dieser Erregung und der sie unterstützenden oder hindernden ist, die zwischen beiden und der berührten Flüssigkeit stattfindet, bedingt durch die Veränderung der Oberfläche, welche die Erreger durch den feuchten Leiter erleiden. Wäre dieses Axiom allezeit gehörig gewürdigt worden, so würde vermuthlich der Kampf mit der chemischen Theorie gar nicht begonnen haben, dem die Elektricitätslehre übrigens die Ausbeute einer reichen Masse von Thatsachen verdankt. Fech-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

NER hält es daher für mehr als wahrscheinlich, dass der chemische Angriff der Flüssigkeit auf das positive Metall den Strom nicht sowohl erregt, als vielmehr nicht hindert, sofern durch stetes Erneuern der metallischen Oberfläche diejenige Veränderung derselben verhütet oder vernichtet wird, welche das Auftreten des Stromes unmöglich macht, wie denn bei der Zink-Eisen-Kette der Angriff der Schwefelsäure auf das Eisen als negatives Metall verhütet, dass an diesem die sogenannte Polarisation so stark als am Kupfer ausgebildet wird, wodurch dann in Vereinigung mit der gleichfalls herbeigeführten Verminderung des Uebergangswiderstandes der Strom dieser Kette den einer Zink-Kupfer-Kette mit der nämlichen Säure noch übertrifft. Diese noch nicht erklärten Veränderungen der Oberfläche vermögen dann auch die elektrische Differenz zwischen Platin und Eisen in Aetzkali so gut als völlig aufzuheben. Einen weiteren Beweis hierfür findet POGGENDORFF in dem Umstande, dass, wenn man den Strom einer anderen Kette durch jene Kette in der Richtung leitet, nach welcher der Sauerstoff des zersetzten Wassers am Eisen zum Vorschein kommt, dieser sich nicht mit dem Eisen verbindet, sondern gasförmig an ihm aufsteigt. Eben dieses ist der Fall bei einer Eisen-Silber-Kette in einer starken Lösung von salpetersaurem Silberoxyd, indem ein durchgeleiteter Strom auch hierbei keine Oxydation oder Auflösung des Eisens bewirkt, vielmehr wird der Sauerstoff am Eisen gasförmig entwickelt und bei hinlänglich starkem Strome Silberhyperoxyd ausgeschieden. Eine Silberplatte, statt des Eisens, oxydirt sich unter gleichen Umständen und wird aufgelöst; das oxydirbare Eisen muss also passiv werden.

11) POGGENDORFF unter warf indess die Wirkungsweise der Kalilösung einer näheren Prüfung. Zu diesem Ende füllte er ein poröses Thongefäss mit Salpetersäure (1,33 spec. Gew.), stellte es in eine Kalilauge (1 Gwth. Kali, 4 Gwth. Wasser) und tauchte das Platin in die Säure, das Eisen in das Kali, worauf die Sinusbussole einen mindestens funfzigmal stärkeren Strom gab, als wenn beide Metalle in Kalilauge getaucht wurden. Diese Verstärkung liesse sich aus dem chemischen Einflusse beider Flüssigkeiten ableiten, allein dieses ist nicht erwiesen und wird vielmehr unwahrscheinlich durch den Umstand, dass die elektromotorische Kraft zweier Flüssigkeiten der Intensität ihrer Verwandtschaft nicht proportional ist. Auf jeden

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Fall muss indess ein Theil der Verstärkung der Berührung beider Flüssigkeiten beigemessen werden, jedoch nur ein Theil und nicht das Ganze; denn als statt des Eisens Platin genommen wurde, war der Strom bedeutend schwächer, was nicht der Fall seyn konnte, wenn derselbe in der Berührung beider Flüssigkeiten seine einzige Quelle gehabt hätte. Zur weiteren Unterstützung dieser Ansicht dient, dass eine Zink-Platin-Kette mit den angegebenen Flüssigkeiten eine stärkere Wirkung zeigt, als die kräftigste bekannte Säule, die Grove'sche mit rauchender Salpetersäure und verdünnter Schwefelsäure, so dass diese sich sogar für die praktische Anwendung eignen würde, wenn nicht das Kali zu kostbar wäre und der gebildete Salpeter die Thongefässe nicht zerstörte. Da endlich die Schwefelsäure eine stärkere Verwandtschaft zum Kali hat, als Salpetersäure, so musste im Sinn der chemischen Theorie durch Vertauschung der Salpetersäure mit Schwefelsäure eine stärkere Wirkung hervorgehen. POGGENDORFF versuchte dieses, indem er eine Platin-Eisen- und eine Platin-Platin-Kette mit Schwefelsäure und Kali auf die angegebene Weise construirte; es ergab sich aber, dass auch in diesem Falle die erstere stärker als die letztere, beide aber schwächer waren, als die mit Salpetersäure construirten.

12) Es liessen sich hier noch eine Menge anderweitiger Thatsachen beibringen, z. B. ein zur Unterstützung der chemischen Theorie von DANIEL angestellter Versuch und dessen Prüfung durch POGGENDORFF [1], wie nicht minder die zahlreichen Versuche und Argumentationen von MARTENS [2] und viele andere; denn die Anhänger der chemischen Theorie finden in jeder Erscheinung der Volta'schen Säulen eine Bestätigung ihrer Ansichten aus dem begreiflichen Grunde, weil die Elektricität überall, wo sie in solcher Menge auftritt, als diese Apparate sie geben, Spuren ihrer chemischen Wirksamkeit zeigt, die Vertheidiger der Contacttheorie dagegen leiten dieselbe stets von der Berührung ab, die nothwendig vorausgehen muss, ehe chemische Wirkung eintreten kann. Inzwischen glaube ich die wesentlichsten Thatsachen, über welche beide Parteien strei-

---

1 Dessen Ann. Bd. LVI. S. 150.

2 Mém. de l'Acad. de Brux. T. XII. Bullet. de l'Acad. Roy. de Brux. T. VII. p. 305. L'Institut. 10me Ann. N. 421. p. 25.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ten, vollständig genug angegeben zu haben, um so mehr, als nach meiner Ansicht die Hauptfragen nothwendig erst erledigt seyn müssen, ehe der Streit über eine specielle elektrische Wirkungsweise überhaupt beginnen kann. Die Ursache einer unverkennbar einseitigen Auffassung des ganzen Problems liegt in den interessanten Erscheinungen, welche die Volta'sche Säule darbietet, die man obendrein so leicht mit den geringsten Hülfsmitteln hervorrufen kann, weswegen man bei der Erklärung der Ursache der elektrischen Erscheinungen sich lediglich oder mindestens vorzugsweise an diese hielt, statt das Gesammtverhalten derselben in Verbindung mit den übrigen elektrischen Erscheinungen stets im Auge zu behalten. Dass ein solches Verfahren aber ein unzulässiges sey, fällt ohne Weiteres in die Augen, denn wie würden wir z. B. jemals zu einer wissenschaftlichen Optik gelangt seyn, wenn wir einseitig bloss bei den chemischen Wirkungen der Lichtstrahlen stehn geblieben wären? Handelt es sich daher um Feststellung einer Theorie über das Wesen und die Wirksamkeit der Elektricität, so hat die Elektricität, welche eine zerbrochene Siegellackstange zeigt, die beim Volta'schen Fundamentalversuche zum Vorschein kommt, die durch Reibung, Wärme und Magnetismus erzeugte, wie nicht minder die durch Induction hervorgerufene, mit der in der Volta'schen Kette sich zeigenden gleiche Rechte, und was von der einen behauptet wird, muss unter gehörigen Modificationen auf alle übrigen Anwendung leiden. Hiernach müssen nothwendig folgende Fragen erst zur Erörterung kommen:

1) Die erste und wichtigste Hauptfrage ist die über das Wesen desjenigen, was wir *Elektricität* nennen; ist diese ein wirkliches Etwas, ein *ens sui generis*, ein eigenthümliches Fluidum, welches strömt, wenn wir von einem elektrischen Strome reden? Nach FARADAY existirt kein solches Fluidum, vielmehr sind die elektrischen Erscheinungen Folgen einer Kraft, einer Molecularkraft, erzeugt durch den chemischen Einfluss der Körper, auf jeden Fall modificirt durch die Substanzen, welche zwischen zwei Polen, d. h. den Enden solcher Körper liegen, welche den Act der chemischen Zersetzung, von ihm Strom genannt, durch sich hindurchleiten. Hiernach ist er unter allen Vertheidigern der chemischen Theorie allein mit sich consequent, denn er ist nicht gezwungen nachzuweisen, was und wo die Elektricität vor ihrem Erscheinen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

war und was nachher aus ihr wird; sie entsteht mit der chemischen Action und hört mit dieser auf. Allein diese Hypothese, welche in Beziehung auf die Volta'sche Säule vielleicht unwiderleglich ist, weil hierbei allezeit chemische Actionen vorhanden sind und es also der Willkür überlassen bleibt, ob man diese für Ursache oder für Wirkungen der Elektricität halten will, vorausgesetzt zugleich, dass das allgemeine Naturgesetz, wonach die Wirkung der Ursache jederzeit in einem bestimmten Verhältnisse proportional seyn muss, hierbei nicht in Anwendung kommt, passt nicht auf alle elektrische Erscheinungen; denn man wird doch schwerlich annehmen, dass der Blitz, welcher aus einer Wolke herabfahrend die durchbrochene Luft mit Gewalt zur Seite treibt (sogenannte Platzungen) und unten den mächtigsten Eichbaum spaltet, durch die zwischen den beiden Polen liegenden materiellen Theile erzeugt oder genetisch bestimmt sey. Ebenso wenig wird man geneigt seyn, anzunehmen, dass der elektrische Strom (Kraft), welcher einen Kupferdraht durchströmt, in einem genäherten Kupferdrahte einen inducirten Strom (Kraft) durch Vermittelung der zwischenliegenden Luft erzeuge. Wo giebt es einen Fall, worin eine Kraft eine andere Kraft erzeugt? Allerdings würde dieses der Fall seyn, wenn die chemische Kraft die elektrische hervorriefe, allein das ist eben die Frage, wobei unmöglich das zu Beweisende durch sich selbst bewiesen werden kann. Ueberhaupt, wenn wir von den Kräften in lebenden Wesen abstrahiren, die viel zu dunkel sind, als dass wir aus ihnen Erklärungen hernehmen könnten, die sie vielmehr aus der todten Natur erwarten, ist unausgesetzte, bestimmten Gesetzen unterliegende Wirksamkeit dasjenige, was wir mit dem Wesen einer Kraft verbinden, und wir haben daher nur eine einzige, allem Materiellen zukommende, vielfach als Cohäsion, Adhäsion und chemische Verwandtschaft durch die Eigenthümlichkeit der Materie modificirte Kraft der Anziehung; allen andern Erscheinungen liegt ein materielles Substrat zum Grunde, dem Lichte und der Wärme ein Aether, die Erscheinungen des Schalles setzen das Vorhandenseyn wägbarer Materie voraus, und bei den mechanischen, hydrodynamischen und aërodynamischen Phänomenen hat man dieses noch niemals bezweifelt; wir müssen daher auch den elektrischen und magnetischen eine materielle Basis zum Grunde legen, um so mehr, als auf jeden Fall die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Elektricität sich massenhaft genug zeigt. Ohne dieses würden wir rückschreitend uns wieder in die nutzlosen Speculationen verirren, nach denen die Naturphilosophen im Anfange dieses Jahrhunderts alle Naturerscheinungen auf gewisse Kräfte und deren Modificationen zurückführen wollten. So lange daher FARADAY kein materielles Substrat der elektrischen Phänomene, keine eigenthümliche Elektricität, annimmt, ist eine Verständigung mit ihm nicht wohl möglich, die ohnehin auch dadurch abgeschnitten ist, dass er nach einer jüngsten Erklärung die Einwürfe gegen seine Theorie, die ihm namentlich auf dem Continente entgegengestellt werden, nicht weiter beachten will. Er ahmt hierin seinem grossen Landsmann NEWTON nach, welcher, ermüdet durch widerholte Einwürfe, diejenigen unbeachtet liess, die gegen seine Lichtbrechungsversuche aufgestellt wurden; es zeigte sich aber nach etwa einem halben Jahrhundert, dass er seinen unsterblichen Erfindungen auch die der achromatischen Linsen hinzugefügt haben würde, wenn er die von LUCAS gebrauchten Glassorten und die damit erhaltenen Resultate einer näheren Prüfung unterworfen hätte (Bd. IX. S. 217). FARADAY hat indess, so viel mir bekannt, in dieser Beziehung keinen Proselyten gemacht; alle Elektriker nehmen das Vorhandenseyn eines Etwas, Elektricität genannt, an, und somit ist also dieser erste Satz zugestanden. DE LA RIVE[1] nimmt einen Aether an, welcher durch die chemische Action in Schwingungen versetzt werden soll; allein verhielte sich die Dichtigkeit dieses Aethers zu der der Luft, wie die Wirkungen des Blitzschlages zu der der Schallwellen, so müssten wir ihn bereits genauer kennen. Uebrigens ist ein Aether immerhin ein Fluidum, und die chemische Theorie der hydroelektrischen Säule wäre nur dann durch diese Hypothese gerettet, wenn die Art der Erregung dieser Undulationen mit allen andern in Einklang gebracht würde.

2) An diese erste Frage schliesst sich unmittelbar die zweite, nämlich ob es nur eine oder ob es zwei Elektricitäten giebt. Man hat den lange hierüber geführten Streit neuerdings gänzlich auf sich beruhen lassen, glaubt aber die verschiedenen Erscheinungen nicht aus einem Ueberfluss und einem Mangel erklären zu können, und nimmt daher, sofern die positive Elektricität sich von der negativen verschieden zeigt, zwei Elektri-

1 Poggendorff Ann. Bd. XXXVII. S. 225.

citäten an, die sich mit einander vereint neutralisiren. Da in der Natur selten etwas isolirt steht, so lässt sich für dieses eigenthümliche Verhalten auch allenfalls ein Analogon finden. Kennten wir bloss die beiden Bestandtheile des Wassers und deren neutrale Verbindung als Dampf, so scheint es uns zwar jetzt leicht, das Wesen dieser drei Körper genauer zu ergründen, es dürfte aber ursprünglich grosse Schwierigkeiten gehabt haben, dahin zu gelangen. Wie indess das Wesen beider Elektricitäten und ihrer neutralen Verbindung auch seyn möge, man nimmt einmal, auf Thatsachen gestützt, ihre Existenz an und hofft durch fortgesetzte Bemühungen ihre Wesenheit näher kennen zu lernen.

3) Sind diese beiden Sätze zugegeben, so folgt mit Rücksicht auf die Axiome, wonach es im Bereiche der uns bekannten Natur weder eine Schöpfung aus dem Nichts giebt, noch auch das einmal Vorhandene wieder in das Nichts übergehen kann, dass die auf irgend eine Weise zum Vorschein kommende Elektricität schon vorher dagewesen seyn muss und nach ihrem Erscheinen und den Aeusserungen ihrer Wirkungen nicht eigentlich verschwinden, sondern nur an andere Körper übergehen oder in den Zustand der Neutralität zurückkehren kann. Genau genommen bestehen also alle elektrische Erscheinungen in nichts weiter als in den Aeusserungen beider Elektricitäten bei ihrer Trennung und ihrer Wiedervereinigung, welche letztere eine Folge ihrer gegenseitigen Anziehung ist und bei vorhandenen Hindernissen auch langsam geschehen kann, statt dass die Trennung mindestens in der Regel momentan erfolgt.

Diese drei Sätze sind die Grundlage der gesammten Elektricitätslehre; man muss diese sowohl, als auch das gesammte Verhalten aller elektrischen Erscheinungen stets vor Augen haben, wenn man eine derselben oder eine gewisse Classe genügend erklären will. Ohne Vollständigkeit zu bezwecken, mögen hier noch einige Hauptsätze Platz finden. Zuvörderst ist es unmöglich, über die Quantität der in einem gegebenen Körper vorhandenen neutralen Elektricität irgend eine Messung anzustellen; denn wenn auch durch einen geladenen Conductor in einem genäherten isolirten Körper die eine Elektricität gebunden und die andere abgeführt wird, so lässt sich doch nie bestimmen, in wie weit die Trennung beider vollständig gewe-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sen sey. Hinsichtlich der dynamischen Elektricität kann überhaupt die Frage gar nicht stattfinden. Zweitens sind die Mittel, die eine Trennung der neutralen Elektricität bewirken und also elektrische Erscheinungen herbeiführen, wahrhaft zahllos, was als allgemein bekannt noch beweisen zu wollen sich nicht der Mühe lohnt. Insbesondere spielt dabei die wechselnde Wärme eine vorzügliche Rolle, und es ist wohl keine zu kühne Hypothese, wenn wir von ihr diejenige elektrische Erregung ableiten, durch welche unsere Erde zu einem Thermomagneten wird. Ueberhaupt ist es für die Erhaltung der Natur ein höchst wichtiges, wo nicht vielmehr ein nothwendiges Gesetz, dass die todte, bloss der Anziehung folgende Materie durch die sogenannten Inponderabilien stets neu aufgeregt wird, indem diese, Licht, Wärme, Elektricität und Magnetismus, einander wechselseitig hervorrufen, wodurch dann zugleich, mindestens vermittelst des Lichts, unsere Erde mit der Gesammtsumme der Weltkörper in Relation tritt.

Das Hauptmittel elektrischer Erregung ist unbestreitbar der Contact, welchem als Basis die durch Berzelius aufgestellte elektrochemische Theorie dient, sofern hiernach jedes Körperelement ursprünglich eine vorwaltende Verwandtschaft zu einer der beiden Elektricitäten hat, und wonach die chemischen Verbindungen durch das Bestreben dieser beiden Elektricitäten, sich gegenseitig zu neutralisiren, vermittelt werden. Wollte man die Sache in dieser Ausdehnung nehmen, so wären alle primären elektrischen Erscheinungen (wozu also die magnetoelektrischen und die der Induction nicht gehören, sofern diese sich leichter auf die Hervorrufung des Magnetismus durch Elektricität und Trennung der ruhenden Elektricität durch Magnetismus zurückführen lassen) Folge des einfachen oder des modificirten Contactes. Der Volta'sche Fundamentalversuch, welcher sich leicht auch auf Flüssigkeiten unter sich und mit festen Körpern ausdehnen lässt, steht hier an der Spitze, die Reibung ist, wie Faraday selbst zugesteht, bloss ein stets sich wiederholender Contact, und wenn beim Contacte zweier Körper die Wärme, welche ohnehin die neutrale Elektricität zu trennen geneigt ist, mitwirkend hinzukommt, so wird daraus die Entstehung eines Stromes erklärlich, wie nicht minder die in thermoelektrischen Krystallen als Folge veränderter Aggregation der Molecüle hervortretende Elektricität. Indem die Anhänger der Contacttheorie dann

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

weiter annehmen, dass die sich zur Herstellung einer chemischen Verbindung berührenden Elemente zweier Körper gleichfalls Elektricität entwickeln, erhalten sie ein einfaches Princip, aus welchem sich, eben wie in der Optik aus der Annahme eines undulirenden Aethers, alle elektrischen Phänomene ableiten lassen.

Hier tritt aber die chemische Theorie feindlich entgegen, indem sie behauptet, der Ursprung der Elektricität in der hydroelektrischen Säule liege in der chemischen Action der flüssigen Leiter gegen die festen Körper oder gegen einander selbst, wenn zwei Flüssigkeiten vorhanden sind, die Metalle dagegen seyen nicht Erreger der Elektricität, sondern bloss Leiter derselben. Nach FARADAY wird hierbei das, was wir Elektricität nennen, aus dem Nichts geschaffen, oder der elektrische Strom besteht bloss aus dem Fortgange der chemischen Zersetzung durch den flüssigen Leiter der Säule, welcher Fortgang dann durch die metallische Leitung fortgeführt diesen zur Elektrode macht. Nach L. GMELIN[1] giebt jedes Theilchen der zerlegten Flüssigkeit seine Wärme ab, die für den einen Bestandtheil zur positiven, für den andern zur negativen Elektricität wird; allein die Physiker werden sich nicht leicht zu dieser, übrigens durch keine weitern Beweise begründeten, Hypothese, wonach die Wärme ein Zusammengesetztes aus beiden Elektricitäten seyn müsste, verstehen. Allgemein wird aber angenommen, dass beide Elektricitäten beim chemischen Process zum Vorschein kommen und sich den Enden (Polen) der Elektroden mittheilen. Schliessen wir hierbei die Erzeugung derselben aus dem Nichts als mit einer vernünftigen Naturphilosophie unvereinbar aus, so muss sie nothwendig, und zwar im Zustande der Neutralität, schon vor dem Eintritte der chemischen Action vorhanden gewesen seyn, und die Frage reducirt sich also in ihrer einfachsten Gestalt darauf, was die eigentliche Ursache ihrer Trennung sey. Die Vertheidiger der Contacttheorie sagen: da die Trennungen der beiden Elektricitäten durch Berührung verschiedener Metalle unter sich und mit Flüssigkeiten entschieden vor sich gehen, so ist diese Ursache auch in der hydroelektrischen Säule thätig; die Anhänger der chemischen Theorie aber lassen diese Trennung erst durch die chemische Action bewirkt werden. Da unleugbar jede chemische Action aus dem Contacte

1 Poggendorff Ann. XLIV. S. 1. 37.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(der Vereinigung) der näher verwandten Elemente der Körper besteht, im Momente dieser Vereinigung (des Contactes) aber die Elektricität zum Vorschein kommt, so haben die Vertheidiger der chemischen Theorie die schwere, wo nicht unmögliche Aufgabe, zu beweisen, dass die Trennung der vorher vorhandenen neutralen Elektricität nicht durch den Contact der Flüssigkeit mit dem in Gemässheit unleugbarer Erfahrungen elektrisch disponirten Metalle, sondern durch die gleichzeitige chemische Trennung und Verbindung erfolge. Fest begründete Thatsachen beweisen, dass chemische Wirkungen ebenso wohl durch Reibungselektricität, Thermoelektricität, Magnetoelektricität und den inducirten Strom erzeugt werden, wo doch das, was wir Elektricität nennen, schon früher vorhanden war, dass mithin die Elektricität chemische Wirkungen hervorbringt oder Ursache derselben ist, und es hat daher allerdings vieles wider sich, anzunehmen, dass sie ausnahmsweise und umgekehrt in der hydroelektrischen Säule die Wirkung derselben seyn soll.

Stellt man von diesem allgemeinen, die Gesammtheit aller elektrischen Erscheinungen berücksichtigenden Standpuncte aus beide Theorieen neben einander, so lässt sich der Contacttheorie eine grössere Einfachheit und innere Consequenz nicht absprechen. Der Volta'sche Fundamentalversuch und der dadurch gegebene Beweis, dass durch Berührung der Metalle beide Elektricitäten wirksam hervortreten, lässt sich einmal nicht in Abrede stellen, das Bestreben aber, diese Wirkungen von hypothetischen, nicht nachweisbaren chemischen Einflüssen der Luft abzuleiten, ist dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft, die jede Erscheinung einer möglichst genauen Messung zu unterwerfen für ihre wesentlichste Aufgabe hält, nicht angemessen. Wollte sich die chemische Theorie auf eine gleich sichere Basis stellen, so wäre ihre nothwendige Aufgabe, nachzuweisen, dass durch bloss chemische Action gleichfalls Elektricität entwickelt werde, ja es müsste dieses nicht bloss für einen einzigen Fall nachgewiesen werden, sondern in gleicher Allgemeinheit, als bei der Contacttheorie, für alle chemische Actionen, wenn auch bei einigen die Elektricität minder energisch, sogar bis zum Verschwinden einer genügenden Messung, zum Vorschein kommen sollte. Nach den erwähnten Versuchen Pfaff's, die noch keine genügende Widerlegung gefunden haben, vielmehr durch Böttger bestätigt worden sind, fehlt indess dieser Beweis,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mindestens als ein unzweifelhafter und deutlicher, noch überall. Gesetzt aber, er würde vollständig geliefert, so könnte er die Thatsache der elektrischen Erregung durch den Contact ebenso wenig als die durch Magnetismus, Induction u. s. w. aufheben oder widerlegen, vielmehr würde die Erzeugung der Elektricität durch chemische Verbindung oder Trennung (gegebenen oder aufgehobenen Contact) nur ein specieller Fall der allgemeinen elektrischen Erregung durch Contact seyn.

Diese allgemeinen, aus Thatsachen unmittelbar oder doch nahe unmittelbar abgeleiteten Folgerungen zeigen, dass der Streit keineswegs die Wichtigkeit habe, die ihm meistens beigelegt wird; auch würde er schwerlich erhoben worden seyn, wenn FARADAY, dessen grosse Autorität alle seine Landsleute und eine Menge Physiker des Continents zu Anhängern seiner Theorie gemacht hat, vor dem Aufstellen derselben von JACOBI's Versuchen früher Kenntniss gehabt hätte. Diesem scharfsinnigen Forscher konnte die Folgerung nicht wohl entgehen, dass ein Stück Zink, in verdünnte Schwefelsäure getaucht, durch Aufnahme des negativen Sauerstoffs nothwendig elektrisch werden müsse, wenn sich der positiv elektrische Wasserstoff entfernte, vorausgesetzt dass durch diesen chemischen Process die ruhende Elektricität frei wird. Eben hieraus leitet er denn auch den Funken ab, welcher nach seiner Meinung vom Zink zum Kupfer überspringen sollte. Nachdem er später hierüber eines Bessern belehrt wurde, hatte er seine Theorie schon zu vollständig ausgebildet, als dass er ein nach seiner Ansicht so schönes Gebäude, wenn auch auf morschem Fundamente errichtet, wieder aufgeben sollte.

Es giebt noch eine Menge Abhandlungen, welche über die Lehre vom Galvanismus wichtige Thatsachen enthalten, allein es würde zu viel Raum erfordern, auch nur die Hauptsachen hier mitzutheilen. Erwähnt zu werden verdienen indess vorzugsweise die Untersuchungen, welche SCHÖNBEIN[1] über den Einfluss der Elektrolyte auf die Stärke des Stromes der einfachen Kette angestellt hat, insofern unter geeigneten Umständen die Zersetzung, die man der Stärke des elektrischen Stromes proportional setzt, vermehrt oder vermindert oder ganz

1 Poggendorff Ann. Bd. LVII. S. 39.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

aufgehoben wird. Dieser Einfluss wird den Erfahrungen gemäss ausschliesslich durch die chemische Beschaffenheit der zu zersetzenden Flüssigkeit bedingt. So wird reines Wasser durch Gold- oder Platin-Elektroden nicht merklich zersetzt; ist aber die negative Elektrode mit einem Stoffe umgeben, welcher eine grosse Verwandtschaft zum Wasserstoffe besitzt, so tritt merkliche Zersetzung ein, wie das an der positiven Elektrode entwickelte Sauerstoffgas zeigt. Zu den dem Wasserstoff verwandten Körpern gehören Blei- und Silber-Hyperoxyd, Salpetersäure, Chromsäure, Mangansäure, Schwefelsäure, leicht reducirbare Metalloxyde, Chlor und Brom, und die Anwesenheit dieser Substanzen in dem zu zerlegenden Wasser oder ihr Anhaften an der negativen Elektrode begünstigt die Zersetzung. Ist dagegen die positive Elektrode mit einer Hülle von Wasserstoff umgeben oder besteht sie selbst aus einer leicht oxydirbaren Substanz, so tritt eine lebhafte Wasserstoffgasentwickelung an der negativen Elektrode ein. Werden die Elektroden in concentrirte Schwefelsäure getaucht, so zeigt sich keine Zersetzung, wohl aber, wenn die Säure durch Wasser verdünnt ist; befindet sich dagegen in der Zersetzungszelle concentrirte Salpetersäure bei der Anwendung von Gold- oder Platin-Elektroden, so nimmt diese Säure im concentrirten Zustande begierig Wasserstoffgas auf und verwandelt sich in salpetrige Säure, weswegen dann eine lebhafte Zersetzung stattfindet, welche bei Anwendung der verdünnten Säure wieder aufhört.

Handelt es sich um die Ursache dieser Erscheinung, so verwirft Schönbein die Erklärung der Contacttheorie, wonach durch den elektromotorischen Einfluss der Elektroden auf die zu zerlegende Substanz ein neuer Einfluss den durch Contact der Metalle entstehenden verstärken soll, und zwar aus dem Grunde, weil sonst die bei gleichen Elektroden entgegengesetzten Wirkungen sich aufheben müssten. Befindet sich z. B. in der Zersetzungszelle concentrirte Salpetersäure oder Chromsäure, so entbindet sich an den Gold- oder Platinelektroden an der positiven Sauerstoffgas, während an der negativen der Wasserstoff die daselbst vorhandenen Säuren desoxydirt; allein hierbei kann keine elektromotorische Kraft hinzukommen, da beide Elektroden in die nämliche Säure tauchen. Dieses Argument ist aber keineswegs genügend; denn wenn die ganz gleichen Enden eines Platindrahtes in eine Säure eingetaucht werden,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so findet allerdings aus der angegebenen Ursache wegen ganz gleicher Bedingungen kein Strom statt, ist aber die eine Elektrode anderweitig modificirt, so tritt derselbe allerdings ein. Ist daher durch die einfache Säule bereits ein Strom gegeben, so sind die Elektroden eben dadurch nicht mehr völlig gleich, und selbst die Flüssigkeit, deren Zersetzung bereits eingeleitet ist, kann nicht mehr an beiden Puncten als völlig gleich betrachtet werden, so dass also sehr wohl aus diesen Ursachen eine Verstärkung des bereits vorhandenen Stromes entstehen könnte. Dass die Ursache ferner nicht in einer Verminderung des Leitungs- und des Uebergangs-Widerstandes zu suchen sey, soll aus genügenden Gründen hervorgehen, was einstweilen auf sich beruhen mag. Von unverkennbarem Einflusse ist die Polarisation der Elektroden. Um dieses deutlich zu machen, befinde sich reines Wasser in der Zersetzungszelle. Im ersten Momente des Stromes setzt sich Sauerstoff auf der positiven und Wasserstoff auf der negativen Elektrode ab, wenn beide aus Platin bestehen. Hierdurch werden beide polarisirt, und die Stärke des Stromes kann im zweiten Zeitmomente nicht mehr gleich gross seyn, weil die Polarität einen secundären entgegengesetzten Strom hervorruft. Dieser letztere könnte dem primitiven gleich seyn, allein das umgebende Wasser nimmt einen Theil der zerlegten Substanz weg, und daher wird der ursprüngliche Strom zwar nicht gänzlich aufgehoben, wohl aber so geschwächt, dass die Wasserzersetzung unmerklich erscheint. Hat aber die zu zerlegende Flüssigkeit die Eigenschaft, dass sie den an der negativen Elektrode abgelagerten oder noch besser den entstehenden Wasserstoff wegnimmt, oder findet das nämliche Verhalten in Beziehung auf den Sauerstoff bei der positiven Elektrode statt, oder ist endlich die Wirkung bei beiden Elektroden gleichzeitig vorhanden und wird hierdurch die Polarisation der einen oder beider Elektroden und somit der Gegenstrom zum Theil oder gänzlich aufgehoben, so muss dadurch der ursprüngliche Strom ungeschwächt bleiben oder nach Umständen sogar verstärkt werden, wenn nämlich die zerlegten Substanzen sich mit den Elektroden chemisch verbinden und die hieraus entstehenden Gebilde von der zu zerlegenden Flüssigkeit im Entstehen weggenommen werden.

Um mit Sicherheit zu bestimmen, ob diese Depolarisation

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die einzige Ursache der Verstärkung sey, müsste man das Verhältniss des ursprünglichen Stromes zum Gegenstrom kennen (vergl. **Säule**), was aber nach SCHÖNBEIN unbekannt und vielleicht unmöglich zu ermitteln ist. Aus Gründen findet er indess diese Ursache nicht genügend und glaubt vielmehr, dass die Zerlegung selbst dabei mitwirke, indem z. B. durch Zerlegung eines Atoms Wasser das freigewordene Atom seines einen Bestandtheiles chemisch (zerlegend) auf das nächstliegende Atom Wasser wirke, und so fort. Dass hierdurch eine eigentliche Verstärkung entstehe, scheint mir nicht zu folgen, denn das freigewordene Atom des Bestandtheils kann nicht stärker auf das noch verbundene Atom wirken, als diejenige Wirkung war, die dasselbe zur Trennung brachte, und der Effect reducirt sich nur darauf, dass sich die Zerlegung durch den ganzen Zwischenraum zwischen beiden Elektroden fortpflanzt. Ist ferner die negative Elektrode unmittelbar mit einer Substanz umgeben, welche zum Wasserstoff eine grosse Verwandtschaft besitzt, z. B. Chlor, Brom u. s. w., so muss diese auf den Wasserstoff des benachbarten Wassermolecüls eine Anziehung ausüben und dadurch die Trennung unterstützen. Wenn aber diese Erscheinung der chemischen Theorie zur Stütze dienen soll, so wird umgekehrt die Contacttheorie sie zu ihren Gunsten in Anspruch nehmen, denn sofern einmal sicher die Hauptursache der Erscheinung auf der Polarisation der Elektroden beruhet, so ist der hierdurch erzeugte Gegenstrom gewiss durch die Verbindung (Berührung) der Elektrode mit dem durch Zerlegung gebildeten Bestandtheile bedingt, der unterstützende chemische Process kann aber nicht anders wirken, als dass die bei der Zerlegung getrennten einzelnen Elektricitäten mit ihren Molecülen an die Rheophore übergehen und diesemnach in den schon bestehenden Strom eintreten, wenn wir nicht naturwidrig annehmen wollen, dass der durch die einfache Säule erregte elektrische Strom zerlegend wirke, die durch die Zerlegung erzeugte Elektricität aber diesen unterstütze, also die nämliche Potenz gleichzeitig Ursache und Wirkung sey. Eine Entstehung der Elektricität aus dem Nichts endlich ist wohl an sich einer richtigen Naturphilosophie widerstreitend, und wenn auch wohl mit den Wirkungen der hydroelektrischen Säule, doch auf keine Weise mit den zahllosen übrigen elektrischen Erscheinungen vereinbar.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die sonstigen bedeutenden Zusätze zum Art. **Galvanismus** befinden sich beim Art. **Säule.**

Galvanographie. S. **Galvanoplastik.**
Galvanokaustik. S. **Galvanoplastik.**
Galvanomagnetismus, so viel als Elektromagnetismus. III. 474.
Galvanometer. III. 254. IV. 1011. S. **Multiplicator.**

Zus. **Galvanoplastik** oder Bildung durch galvanische Elektricität, mit ihren mehrfachen Verzweigungen, ist bereits in das Gebiet der Technik übergegangen; der wissenschaftlichen Physik liegt aber ob, die Naturgesetze zu entwickeln, worauf dieselbe beruht, und die Geschichte ihrer Erfindung der Nachwelt zu bewahren, worauf wir uns hier beschränken wollen. Dem Wesen nach beruht sie in allen ihren Modificationen auf dem oben (s. **Galvanismus**) angegebenen, von FARADAY aufgefundenen Gesetze, wonach die Mengen der durch den nämlichen elektrischen Strom zersetzten und wieder gebundenen Substanzen einander gleich sind, mithin auch namentlich an beiden Polen gleiche Mengen Sauerstoff frei gemacht und gebunden werden. Der erste Erfinder der Galvanoplastik, eben wie der Säule von constanter Wirkung ist WACH, welcher im J. 1830 das Zink nebst der schwach auf dasselbe einwirkenden Flüssigkeit in poröse Hüllen, meistens Thierblase, einschloss und an der zugehörigen Elektrode metallisches Kupfer aus einer gesättigten Kupfervitriollösung niederschlug[1]. Im Jahre 1837 erwähnte DE LA RIVE gelegentlich die Ablagerungen des Kupfers auf Kupfer mit Nachbildung der feinsten Figuren[2], ohne dass man dieses jedoch genauer beachtete; der eigentliche Erfinder der Galvanoplastik ist aber JACOBI, welcher die treusten und schönsten Copieen von Medaillen herstellte und dafür mit einer Summe von 25000 Silberrubeln wahrhaft kaiserlich belohnt wurde[3]. Gleich nach dem Bekanntwerden dieser Erfindung zeigte SPENCER[4] seine Elektrotypen oder Voltaitypen, die er mit Anwendung einer Daniell'schen constanten Säule aus Kupfer gebildet hatte. Eine Erweite-

1 Schweigger's Journ. Bd. LVIII. S. 20—66.
2 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XI. p. 274.
3 Die Galvanoplastik u. s. w. Petersb. 1840.
4 Dingler's polyt. Journ. Bd. LXXV. S. 34. Bd. LXXVII. S. 343.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

rung dieser Kunst ging von MURRAY aus, welcher 1840 äusserte, auch nichtleitende Körper liessen sich zur Galvanoplastik verwenden, sobald sie nur einen dünnen leitenden Ueberzug erhielten. Seitdem ist die Galvanoplastik von vielen Gelehrten und Technikern behandelt worden, die Apparate sind ausnehmend vervielfältigt, und auch die dem Wesen nach damit verwandten Verfahrungsarten sind zu einem hohen Grade der Vollkommenheit gebracht worden. Durch ihre wissenschaftlichen Bemühungen haben sich dabei vorzüglich R. BÖTTGER und der Herzog von LEUCHTENBERG ausgezeichnet, so wie v. KOBELL durch die Erfindung der Galvanotypie und DE LA RIVE nebst RUOLZ als Erfinder der Vergoldung.

Bezweckt man bloss, die Fällung des Kupfers auf galvanischem Wege zu zeigen, so genügt ein einfacher roher Apparat. Man bilde ein Säckchen aus Thierblase, giesse stark verdünnte Schwefelsäure hinein und lege in diese ein Stück Zink mit einem dünnen angelötheten oder fest hineingesteckten Metalldrahte. Diese Vorrichtung wird in ein flaches Glas, eine Untertasse oder auf einen Porzellanteller gesetzt, worin man in der Hitze bereitete Kupfervitriollösung gegossen hat, in welche man das metallische oder mit einem leitenden Ueberzuge versehene Modell legt und mit dem vom Zink ausgehenden Drahte leitend verbindet. Augenblicklich beginnt die Fällung des glänzenden metallischen Kupfers sichtbar zu werden. Die auf solche Weise erzeugten galvanoplastischen Gebilde können nicht schön werden, weil der Grad der Concentration der Kupfervitriollösung stets abnimmt und daher das metallische Kupfer in nicht gleichmässig compactem Zustande niederfällt. Einen für die verschiedensten Operationen sehr brauchbaren Apparat, welcher ganz im Kleinen, aber auch beliebig gross ausgeführt werden kann, hat BÖTTGER angegeben und zur Erzeugung seiner ausgezeichnet schönen Platten benutzt. Ein gläsernes Gefäss a a wird mit gesättigter Kupfervitriollösung bis e e angefüllt und in dieses ein an beiden Seiten offener Glascylinder b b mittelst des umgeschlungenen und an beiden Seiten zusammengedrehten Drahtes c c aufgehangen. Dass man statt des haltenden Drahtes auch einen hölzernen, auf dem Rande des unteren Gefässes aufliegenden Ring wählen könne, liegt nahe bei der Sache. Der untere Theil des Cylinders ist mit einer vorher erweichten dünnen Thierblase überbunden, Fig. 18.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und damit diese nicht abgleite, wählt man zweckmässig Glascylinder mit etwas umgebogenem Rande. Ein 1,5 bis 2 Lin. dicker, nicht geglühter Kupferdraht wird in die Form g d i f gebogen, bei i so stark zusammengedrückt, dass er an den Wandungen des Glascylinders anliegt, und bei g und f zur Ringform gebogen. Zwischen dem unteren Ringe f und der Thierblase beträgt der Raum nur etwa 3 Linien, zwischen dem oberen Ringe g und der Thierblase dagegen 2,5 bis 3 Zoll, auch thut man wohl, das in der Kupfervitriolsolution befindliche Drahtende l e stark mit Siegellack zu überziehen, um die Ablagerung des Kupfers daselbst zu vermeiden. Beim Gebrauche füllt man das untere Glasgefäss mit der erkalteten, concentrirten und durch Leinwand geseihten Kupfervitriollösung und wirft auf den Boden einige reine Krystalle des Salzes, um die Lösung längere Zeit bei gleicher Concentration zu erhalten, legt die metallisch zu überziehende Form auf den Ring f, senkt den mit dem gebogenen Drahte versehenen oberen Cylinder hinab, legt auf den Ring g eine angemessen grosse, dicke und vorher amalgamirte Zinkplatte, füllt den Cylinder b b bis zur Höhe k k mit Wasser und setzt diesem etwas verdünnte Schwefelsäure zu. Nach 24 Stunden hebt man den Cylinder b b nebst seinem Drahte heraus, rührt die Kupfervitriollösung mit einer Glasstange oder einem Holzstäbchen um und legt, wenn die früheren aufgelöst sind, neue Krystalle hinein, erneuert das gesäuerte Wasser und reinigt die Zinkplatte oder ersetzt sie durch eine andere, wenn sie stark zerfressen ist. Die Dicke des abgelagerten Kupfers wächst zunehmend, bis zu 1 Linie und darüber im Verlauf von 8 Tagen[1].

Neben diesem Apparate verdienen noch die in letzter Zeit mehr in Anwendung gebrachten genannt zu werden, bei denen das zur Ablagerung des Metalles bestimmte Gefäss für sich bestehend durch die Elektroden mit einer einfachen oder zusammengesetzten Säule von constanter Wirkung verbunden ist. Zuvor aber verdient folgender, von WALKER beschriebener Apparat erwähnt zu werden, weil er sich sehr zu Versuchen im Kleinen eignet. A B ist ein gläsernes Gefäss, in welches an der einen Seite ein hohler Cylinder p von schwach gebrannten Thon oder von Gyps gestellt ist. In diesen, welcher mit ge-

Fig. 19.

1 Beiträge zur Physik und Chemie. 2tes Hft. Frkf. 1842. S. 86.

säuertem Wasser oder mit einer Auflösung von Kochsalz oder Salmiak gefüllt ist, wird ein Cylinder z von Zink hinabgesenkt. Solche Cylinder können massiv oder aus dem üblichen Zinkblech aufgerollt seyn; jedenfalls ist es aber vortheilhaft, sie vor dem Gebrauche zu amalgamiren und bei anhaltendem Gebrauche die Amalgamirung zu erneuern. Das Glasgefäss ist mit der mehrgenannten Kupfervitriollösung gefüllt, und damit diese stets den nämlichen Grad der Concentration beibehalte, ist oben ein Sieb mit Krystallen dieses Salzes angebracht, welche von der Flüssigkeit berührt werden und durch Auflösung den Abgang ersetzen. Mit dem oberen Ende der Zinkstange ist ein Metalldraht vollkommen leitend verbunden, welcher bei w herabgebogen sich in die Flüssigkeit senkt und am untern Ende die zu überziehende Form m trägt. Dass man auch diesen Draht, so weit er in die Flüssigkeit taucht, überfirnissen und im Allgemeinen die bereits angegebenen Vorsichtsmassregeln in Anwendung bringen müsse, versteht sich von selbst. Dahin gehört auch namentlich, dass man die porösen Thon- oder Gypsgefässe nach jedesmaligem Gebrauche mit reinem Wasser hinlänglich reinige, bis die in sie eingedrungenen Säuren und Salze entfernt sind, weil sie durch die letzteren sonst leicht verstopft und unbrauchbar werden. Bei diesem Reinigen muss jedoch, namentlich bei Thongefässen, das gehörige Mass innegehalten werden, weil sie durch tagelanges Liegen im Wasser zu sehr erweichen, weswegen es besser ist, sie 2 bis 3 Stunden im Wasser liegen zu lassen, dieses mehrmals zu erneuern und allenfalls diesen Process, nachdem sie in der Zwischenzeit wieder mässig getrocknet sind, zu wiederholen. Für Vergoldungen und Versilberungen u. s. w., wobei die zu vergoldenden Stücke selbst das negative Element der Säule bilden, kann man die gewöhnliche Einrichtung der so eben beschriebenen Apparate auch umkehren, um die Quantität der kostbaren Flüssigkeit zu vermindern. Hierzu dient ein gläserner Cylinder, mit gesäuertem Wasser oder einer Salzsolution bis zu geeigneter Höhe gefüllt, in welches man den unten offenen Zinkcylinder zz senkt und in diesen das poröse Gefäss tt, in welchem die zum Vergolden dienende Flüssigkeit enthalten ist. Mit dem Zink metallisch verbunden ist der Draht m, über dessen rechtwinklig gebogenes Ende der Draht n herabhängt, welcher den zu vergoldenden Gegenstand trägt. Fig. 20.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Statt der porösen Gefässe wendet BÖTTGER befeuchtete Thierblase an, und es scheint mir fraglich, ob letztere nicht gleich gute oder noch bessere Dienste leistet, da sie nicht kostbar ist, leicht gereinigt werden kann und lange Zeit brauchbar bleibt. Sein Apparat zum Vergolden u. s. w. besteht aus einem dicken Brete ll mit zwei Vertiefungen d und f, welche mit Quecksilber gefüllt und durch den Kupferdraht g leitend verbunden sind. Auf dieses Bret setzt man den gläsernen Cylinder aa, dessen Boden durchbohrt und mit dem eingekitteten, oben kreisförmig umgebogenen Kupferdrahte b versehen ist, dessen durchgehendes amalgamirtes Ende in das Quecksilber taucht. Auf den Ring b wird ein amalgamirtes Stück Zink gelegt, das Gefäss bis etwa ee mit schwach gesäuertem Wasser gefüllt, dann mittelst der Drähte cc der gläserne Cylinder mm mit überbundener Thierblase ii eingehängt, in welchem sich die zum Vergolden dienende Flüssigkeit befindet. Ein starker Kupferdraht h ist in das Quecksilber f eingesteckt, nach oben umgebogen und am Ende p mit einem feinen Platindraht umwunden, an welchem man den zu vergoldenden Gegenstand befestigt und in die Solution herabsenkt. Unter den vielfach modificirten Apparaten, bei denen die Säule von constanter Wirkung getrennt für sich besteht, möge folgender als Beispiel dienen. Ein hohler Cylinder von Kupfer kk wird mit der Auflösung von Kupfervitriol gefüllt und ein oben angebrachtes Sieb ss dient dazu, Krystalle dieses Salzes aufzunehmen. In diesen wird das poröse Gefäss p mit schwach gesäuertem Wasser gestellt, in welchem der Cylinder von Zink z hängt. Das gläserne oder porzellanene Gefäss AB enthält gleichfalls gesättigte Kupfervitriolsolution, in welche das galvanoplastische Modell eintaucht. Dieses hängt an einem Metalldrahte, welcher mit dem starken Kupferdrahte m leitend verbunden ist, dessen anderes Ende mit der Zinkstange vereinigt wird, während der mit Kupfer verbundene Draht n in geringer Entfernung von dem Modelle gleichfalls in die Solution taucht. Besser ist es, an diesem zweiten Drahte ein Kupferblech herabhängen zu lassen, weil dann nach dem Wesen der Elektrolyse von diesem Kupfer ebenso viel aufgelöst wird, als sich auf dem Modelle niederschlägt. Dass man diesen Apparat leicht zum Gebrauche des Vergoldens, Versilberns u. s. w. modificiren könne, liegt nahe bei der Sache, wie auch dass statt der angegebenen einfachen

Fig. 21.

Fig. 22.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Volta'schen Säule jede andere von constanter Wirkung gleiche Dienste leiste; die constante Wirkung aber ist deswegen erforderlich, weil man eines nur schwachen, aber anhaltenden, Stromes bedarf. Anstatt die Formen vertical herabhängen zu lassen, kann man sie auch auf eine Unterlage von Glas, Holz oder Porzellan horizontal legen und in geringem Abstande über ihnen eine isolirte Kupferplatte anbringen, welche mit der vom Kupfer ausgehenden Elektrode leitend verbunden ist, während eine solche Verbindung zwischen dem Modelle und dem vom Zink ausgehenden Kupferdrahte stattfindet.

Im Allgemeinen lassen sich noch folgende, die Apparate betreffende Bemerkungen hinzufügen. Statt der metallenen, gläsernen und porzellanenen Gefässe lassen sich auch hölzerne Kasten anwenden, die, um das Eindringen der Flüssigkeiten zu hindern, inwendig verpicht seyn müssen, und statt der Thierblasen und des porösen Thons kann auch weiches, am besten Linden-Holz dienen, welches vorher eine Stunde in mit Schwefelsäure gesäuertem Wasser ausgekocht ist. Solcher Kasten mit einer porösen Scheidewand bediente sich anfangs Jacobi. Um die Flüssigkeit zu erneuern, versieht man jede Abtheilung unten mit einer Oeffnung, worin eine am unteren Ende durch Federharz biegsame Röhre befestigt ist, die gewöhnlich aufrecht steht, beim Herabbiegen aber die Flüssigkeit ablaufen lässt. Ist es nöthig, die Stärke des elektrischen Stromes anhaltend regulirt zu erhalten, so schaltet man in die Elektrode einen Multiplicator ein, um die Stromstärke durch die Abweichung der Magnetnadel zu messen. Bei zu grosser Stärke des Stromes wird der Kupfervitriol rascher zersetzt, als sich anderer auflöst, und das niedergeschlagene Kupfer wird braunroth und uncohärent, auf welchem sich dann kein compacter Niederschlag weiter absetzt. Zugleich ist die Temperatur von Bedeutung, indem bei hoher der Niederschlag rasch erfolgt, bei sehr niedriger ganz aufhört. Im Allgemeinen bedarf man zur Galvanoplastik nur schwacher Ströme, verlangt man aber für grosse Gegenstände stärkere, so kann man mehrere einfache Ketten durch Verbindung sämmtlicher Zinkstangen und Kupferpole unter einander zu wirksameren Säulen vereinigen. Das aufgelöste Kupfer, welches sich oberhalb der Formen befindlich auflöst, wird leicht brüchig, und es fallen Theilchen von demselben auf die Form herab, namentlich wenn diese ho-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

rizontal liegt. Um dieses zu verhüten, wird feine Leinwand zwischen beiden ausgespannt, welche die herabfallenden Partikeln aufnimmt. Statt der porösen Thoncylinder bedient sich SPENCER auch der gläsernen oder glasirten, die dann aber unten offen und mit einer 0,75 Zoll dicken Gypsscheibe verschlossen seyn müssen. Endlich versteht sich von selbst, dass man in den von den Säulen abgesonderten Behältern gleichzeitig an dem nämlichen Drahte mehrere Modelle aufhängen und die einzelnen ohne Nachtheil für die übrigen herausnehmen und wieder einhängen kann.

Zunächst nach beschriebenen Apparaten kommen die zu galvanoplastischen Bildungen erforderlichen Formen und Modelle zur Untersuchung. In dieser Beziehung verdienen vorzugsweise die Kupferplatten genannt zu werden, die man galvanoplastisch nachbilden und zur Vervielfältigung der Abdrücke verwenden kann. Ich habe mehrere auf diese Weise copirte Platten und deren Abdrücke gesehen, unter allen aber hatte diejenige entschieden den Vorzug, welche BÖTTGER[1] 12 Zoll hoch und 9 Z. breit auf einer von FELSING gestochenen Kupferplatte dargestellt hat. Die gestochene Originalkupferplatte wurde mit Olivenöl sorgfältig eingerieben und wieder abgeputzt und diente dann in dem beschriebenen Apparate in 1 Z. Entfernung von der Thierblase zur Aufnahme des niedergeschlagenen Kupfers. Alle 24 Stunden wurde die Zinkplatte gereinigt oder durch eine neue ersetzt und gleichzeitig die Säure (aus 10 Th. Wasser und 1 Th. englischer Schwefelsäure) erneuert, die Kupfervitriollösung aber alle zwei Tage herausgenommen, mit so viel gepulvertem Kupfervitriol verstärkt, als sich in der Siedhitze auflöste, durch Leinen filtrirt und wieder aufgegossen. Nach zehn Tagen ward die Platte herausgenommen, getrocknet, und nach dem Abfeilen des Randes kam die Verbindungslinie der alten und der neuen zum Vorschein; mit Hülfe einer feinen Messerklinge liess sich an einer einzigen Stelle eine Trennung bewirken, die dann mittelst eines vorsichtig eingeschobenen Hornspatels ohne Beschädigung der einen oder der andern völlig bewerkstelligt wurde. Die auf diese Weise gewonnene, eine gute halbe Linie dicke Platte war nur die Patrize der eigentlich zum Gebrauch dienenden,

1 Poggendorff Ann. Bd. LIV. S. 300.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

sie wurde daher mit Aetzkalilösung gereinigt, mit Olivenöl gehörig eingerieben, dieses durch ganz weiches Fliesspapier unter Mitanwendung einer Bürste vollständig entfernt, und dann diente sie durch abermalige Anwendung der nämlichen Methode zur Erzeugung einer neuen Platte, die in 14 Tagen die Dicke einer Linie erreichte. Die für Physiker höchst interessanten Abdrücke derselben gleichen denen des Originals vollkommen; ja nach meinem Urtheil sind sie etwas weicher und daher dem Auge angenehmer. Auch versichert mich ein Kupferdrucker, welcher kleine Platten dieser Art hergestellt hat, diese seyen für den Abdruck dauerhafter, als Originalplatten.

Statt des hier angegebenen Oels zum Einreiben der Originalplatte wählte SPENCER durch Terpentinöl erweichtes Wachs, und der Herzog MAX VON LEUCHTENBERG Talgsäure, was jedoch schwerlich vorzuziehen ist. Nach JACOBI's Angabe kann man die Platte auch mit einer feinen Lage Silber überziehen, die dann die Trennung der neuen Platte leicht bewerkstelligen lässt. Zu diesem Zweck taucht man die Platte zehn Minuten lang in eine Auflösung von Chlorsilber in Kochsalzwasser, wodurch der dünne, die Gravirung nicht ausfüllende Ueberzug entsteht [1]. SPENCER brachte in Vorschlag, statt auf die angegebene Weise eine Patrize zu erhalten und von dieser wieder die zum Abdruck geeignete Matrize, Platten mit erhabener Zeichnung nach Art der Lettern herzustellen und zum Abdrucken zu benutzen. Zu diesem Zweck überzieht man eine Kupferplatte mit Wachs, gravirt in dieses, lässt auf die hierdurch entblössten Theile mit 3 Th. Wasser verdünnte Salpetersäure eine kurze Zeit einwirken, damit das gefällte Kupfer daran haftet, bringt sie in den galvanoplastischen Apparat, ebnet das niedergeschlagene Kupfer der Gleichförmigkeit wegen durch Schleifen mit Bimsstein und entfernt dann den Wachsüberzug durch Terpentinspiritus. Man kann auch in eine Bleiplatte graviren und über dieser auf gewöhnliche Weise eine Kupferplatte galvanoplastisch darstellen, welche dann die Zeichnung verkehrt und erhaben enthält, mithin zum Abdruck nach Art der Lettern unmittelbar dient.

Medaillen, Münzen, Gemmen und Cameen würden leiden,

1 Polyt. Journ. Bd. LXXVII. S. 68. Journ. für pract. Chem. Bd. XXIII. S. 143.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wenn man sie unmittelbar galvanoplastisch behandeln und dann auf die angegebene Weise trennen wollte, nicht zu gedenken, dass hierdurch nur verkehrte Nachbildungen entständen; man muss sie daher vorher abformen und die so erhaltenen Abdrücke galvanoplastisch behandeln. Solche Modelle müssen elektrisch leitend seyn, und man verfiel daher auf die Anwendung der Metalle, deren Schmelzung aber einen für die meisten Gegenstände zu hohen Hitzegrad erfordert. Am geeignetsten ist daher nach BÖTTGER's Vorschlage[1] die vielfach von ihm versuchte leichtflüssige Metallmischung aus 8 Th. Wismuth, 8 Th. Blei und 3 Th. Zinn, die bei 86° R. schmilzt. Man erhält diese zwar etwas strengflüssigere, aber ein feineres Korn darbietende Mischung in einem Schmelzlöffel über einer Weingeistlampe einige Zeit in Fluss, giesst sie dann in eine für die Grösse des Gegenstandes geeignete Kapsel aus Pappe bis zur Dicke von etwa 3 Linien, jenachdem die Erhabenheiten und Vertiefungen dieses fordern, rührt sie mit einem heissen Eisendrahte so lange durch einander, bis sie auf ihrer Oberfläche blasen- und oxydfrei bei langsamem Erkalten auf allen Puncten eine gleichförmig dicke breiartige Masse bildet, erwärmt die abzuformende Münze oder Medaille u. s. w. so stark, als das Halten zwischen den Fingern erlaubt, legt sie dann auf die Metallmischung und drückt sie mittelst eines unten mit Kork versehenen Stempels so lange fest auf, bis die Metalllegirung hinlänglich erkaltet ist, damit die Trennung ohne Anhaften kleiner Theilchen leicht und gut erfolgt.

Noch einfacher ist nach BÖTTGER die Anwendung des Bleis. Man nimmt hierzu gewöhnliches Tabacksblei, reinigt es mit Aetzkalilösung von Fett und Schmutz, bedeckt damit die zu copirende Münze oder Medaille, belegt beide Seiten mit durch und durch angefeuchteter dicker Pappe und presst das Ganze stark mit einer Presse. Das auf diese Weise erhaltene Modell giebt im galvanoplastischen Apparate die schönsten Figuren, von denen sich das Blei leicht trennen lässt, auf Stanniol dagegen konnte BÖTTGER nie einen Kupferniederschlag erhalten. Da die Modelle von Blei sehr dünn sind, so kann man sie mit Wachs auf eine dickere Platte kleben, damit sie mehr Consistenz erhalten. SPENCER vermochte auch Kupferplatten in Blei

1 Neuere Beiträge zur Physik u. Chemie. Frkf. 1841. S. 87.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

abzudrücken, und leicht ist dieses mit Holzschnitten zu bewerkstelligen; in beiden Fällen muss man aber das weichere gewalzte Blei anwenden. Weil endlich das Kupfer auf allen leitenden Stellen des Modells niederfällt, so thut man wohl, diejenigen, wo dieses nicht stattfinden soll, mit Wachs oder Schellackfirniss zu überziehen und nur dafür zu sorgen, dass zwischen dem Ringe oder der Platte, auf welcher die Form liegt, und der Oberfläche der letzteren eine elektrische Leitung stattfinde.

Das Modelliren in leichtflüssigem Metall oder in weichem Blei ist auf jeden Fall mühsamer, als in leichter schmelzbaren oder nach der Erweichung erstarrenden Massen, die wegen ihrer Feinheit die zartesten Eindrücke leicht annehmen, wobei zugleich die abzumodellirenden Gegenstände weniger leicht einer Beschädigung ausgesetzt sind. Man hat daher verschiedene solche Substanzen angewandt, vorzüglich folgende.

1) Wachs, und zwar weisses, welches man schmelzt und einige Zeit mit etwas abnehmender Hitze flüssig erhält. Alsdann wird die abzuformende Münze erwärmt, um ein zu schnelles Erstarren des Wachses zu verhüten, und mit einem niedrigen Rande von Papier oder Carton umgeben, dann mit einer dünnen Schicht Oel überzogen und das Wachs darauf ausgegossen, welches innerhalb des Randes die Form der Medaille und auf der berührenden Fläche die Eindrücke der Erhabenheiten und Vertiefungen annimmt. Nach dem Erkalten während 5 bis 6 Stunden erfolgt die Trennung um so leichter, je niedriger die Temperatur war, was aus der ungleichen Ausdehnung der beiden sich berührenden Körper folgt. Statt des reinen Wachses kann noch besser eine Mischung aus 16 Th. Wallrath, 2,5 Th. Wachs und 3,5 Th. Hammeltalg dienen.

2) Talgsäure oder Stearin wurde sehr bald zu Formen verwandt, doch überzeugte sich Walker später, dass eine Mischung aus Wachs, Stearinsäure und Graphit die feinen Eindrücke leichter annehme und sich daher besser eigne, da sie ausserdem durch den Zusatz von Graphit elektrisch leitend wird und den galvanischen Niederschlag von selbst annimmt. Hiermit lassen sich auch feine Gypsmodelle abformen, wenn man sie auf einen Teller mit siedendem Wasser, die abzufor-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

mende Seite nach oben, so legt, dass sie über das Wasser etwas hervorragen. Ist der Gyps nach einigen Minuten ganz vom Wasser durchdrungen oder hat man die Oberfläche mit etwas Olivenöl überzogen, so wird die Formmasse auf die angegebene Weise darüber gegossen. In der Regel lässt sich die Form leicht vom Gypse trennen, es ereignet sich aber auch, insbesondere wenn der Gyps der Figuren schlecht ist, dass Bruchstücke desselben auf der Form haften bleiben. In diesem Falle könnte man leicht ausser der Figur auch das Modell verlieren, und WALKER räth daher, etwas Schwefelsäure auf die Bruchstücke zu bringen, 10 bis 12 Stunden der Einwirkung der Luft auszusetzen und die Reste des Gypses dann mit kaltem Wasser und einem Pinsel fortzuschaffen. Diese Masse ist für Formen entschieden die beste.

3) Hausenblase. Zwei Loth Hausenblase werden in einem Mörser zerstossen, in eine Flasche geschüttet und mit einer halben Pinte (1,25 ℔) Branntwein versetzt. Die Flasche verschliesst man mit einem Kork, welcher an einer Seite einen Einschnitt hat, stellt sie ans Feuer und erhält die Masse 3 bis 4 Stunden unter wiederholtem Umschütteln im Sieden. Ist die Hausenblase gehörig aufgelöst, so seiht man sie durch ein leinenes Läppchen, füllt sie in eine reine Flasche und verschliesst diese mit einem Stöpsel. Bei der Anwendung macht man die Masse durch Wärme wieder flüssig, putzt die abzuformende Medaille rein, legt sie horizontal, schüttet die Hausenblase bis zu gehöriger Dicke darüber und lässt sie trocknen, was im Sommer bei trocknem Wetter in einigen Tagen erfolgt. Durch Einbringen der Spitze eines Federmessers lässt sich die Trennung leicht bewerkstelligen; man erhält eine sehr feine Form, allein das Verfahren ist mühsam.

4) Gyps nimmt bekanntlich die feinsten Eindrücke an, und er eignet sich daher gleichfalls, um Formen daraus zu verfertigen. Die Modellirer in Gyps wissen wohl, dass das Gypspulver leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, wodurch kleine erhärtete Körnchen entstehn, die der Feinheit der Formen schaden, und man muss daher nicht mehrere Wochen altes, sondern frisch bereitetes oder in verkorkten Flaschen sorgfältig aufbewahrtes Gypspulver anwenden. Man thut dann wohl, das Gypspulver in einer kleinen Pfanne unter Umrühren zu er-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

wärmen, wobei es unter Gasentwickelung aufschwillt und zur Anwendung geeigneter wird. Indem man die gehörige Menge Wasser zusetzt und umrührt, bildet sich der Brei, den man über den mit Carton umgebenen Gegenstand, nachdem man die Oberfläche zuvor mit Oel eingerieben hat, giesst und mit einem Pinsel aus Schweinsborsten in die Vertiefungen einreibt, wobei zugleich vorhandene Luftblasen entfernt werden. Alsdann setzt man so viel Gyps hinzu, als zur gehörigen Dicke des Modells erforderlich ist, trennt dasselbe nach dem Erhärten und erhitzt es schwach, um den Rest der Feuchtigkeit zu entfernen. Soll das Modell härter werden, als auf diese Weise geschieht, so kann man auf die erste, nach der angegebenen Methode erhaltene Gypslage trocknes Gypspulver streuen, wodurch eine genügende Härte erzeugt wird. Sonst kann man auch die erhaltenen Modelle mit Wachs oder Stearin tränken, doch weiss ich nicht, ob dieses vortheilhaft ist.

Ausser den metallischen und mit Graphit gemengten Formen sind die übrigen elektrisch nicht leitend, können daher keinen Niederschlag annehmen und müssen für diesen Zweck erst vorbereitet werden. Hierzu hat Murray einen Ueberzug von Graphit in Vorschlag gebracht und Jacobi praktisch angewandt. Man verwandelt den käuflichen Graphit in ein feines trocknes Pulver, haucht mässig stark auf das Modell, taucht mit einem weichen Pinsel in das Pulver und überfährt damit rasch die Oberfläche, was man so lange wiederholt, bis ein glänzender Ueberzug erzeugt ist. Erscheint die Oberfläche an einigen Stellen beim Anhauchen weiss, so muss man die Operation wiederholen, bis eine blanke Oberfläche, ähnlich der des Graphits, erzeugt ist. Vom Rande der Form entfernt man den Graphit mit einem Messer; an einer Stelle aber muss ein Draht angelegt werden, welcher mit dem Ringe oder der Platte, worauf die Form ruht, auf jeden Fall mit der vom Zink ausgehenden Elektrode verbunden ist, zu welchem Ende man die Berührungsstelle mittelst des Pinsels mit Graphitpulver bestreicht, ohne dass sich das letztere irgendwo haufenweise ablagert. Uebrigens ist es unnöthig, hierbei ängstlich zu seyn, denn wenn auch eine Stelle nicht hinlänglich leitend gemacht ist, so kann man die Form wieder aus der Lösung nehmen und nach dem Trocknen die fehlerhafte Stelle überziehen; besser ist es indess, die Form gleich anfangs gehörig vorzurichten.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Spencer[1] wandte statt des Graphits einen dünnen Ueberzug von Silber an. Zu diesem Zweck wirft man ein Stück Phosphor in ein Fläschchen mit Alkohol oder Terpentinspiritus, taucht dieses einige Minuten in heisses Wasser und schüttelt, bis der Phosphor aufgelöst ist, worauf die Mischung in einem gut verstopften Glase aufbewahrt wird. Dann giesst man salpetersaure Silbersolution in ein flaches Gefäss und taucht die Oberfläche der Form in dieselbe, bis eine genügende Menge eingedrungen ist; auch kann man mit einem weichen Pinsel den etwa nicht genässten Stellen nachhelfen. Hierauf hängt man die Form unter einer Glocke auf, unter welche man auf heissen Sand ein Uhrglas mit einigen Tropfen der Phosphorsolution setzt, bis die Farbe der Oberfläche von Braun in Grau und fast Schwarz übergegangen ist. Ein Ueberzug von Chlorgold lässt sich der Kostbarkeit wegen weniger empfehlen, Böttger aber erhitzt einige Gran Phosphor mit Weingeist und etwas Kali und leitet das sich entwickelnde Gas in den Raum, worin sich das mit der Silbersolution präparirte Modell befindet; ein Verfahren, welches leichter und von sichererem Erfolge seyn soll[2]. Nach Meillet bereitet man eine Solution aus 10 Th. Wasser, 10 Th. Salpetersäure und 8 Th. krystallisirtem salpetersaurem Silber, der man für fettige Modelle noch etwas Gummi zusetzen muss. Hiermit überstreicht man das Modell, lässt es gut eintrocknen und bringt es dann über ein Gefäss, worin sich Wasserstoffgas aus gewöhnlichem Zink und Schwefelsäure entwickelt, damit das hierbei freiwerdende Schwefelwasserstoffgas Schwefelsilber bildet, wodurch die Oberfläche ein graues Ansehn erhält. Statt des Wasserstoffgases kann man (ohne Zweifel noch einfacher) die Oberfläche mit verdünnter Schwefelkalilösung überstreichen. Selbst Glas kann man mit einer sehr concentrirten Lösung von salpetersaurem Silber, durch etwas Gummi verdickt, überstreichen und über einer Weingeistflamme trocknen, wodurch das Silber reducirt und zur Aufnahme des galvanoplastischen Kupfers geeignet wird. Will man die erhaltenen Münzen bronziren, so kann dieses am leichtesten durch eingeriebenen Graphit geschehn. So kann man auch ausgespannten Tüll mit Wachs tränken, von dem Ueberfluss zwischen Löschpapier be-

1 Poggendorff Ann. Bd. LI. S. 376.

2 Ann. der Pharm. Bd. XXXIX. S. 180.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

freien, durch Graphit leitend machen und dann galvanoplastisch mit Kupfer überziehen[1]. Nach JACOBI's Angabe erhielt eine aus Stearin verfertigte Figur durch Graphit eine leitende Oberfläche, auf welcher sich dann eine dünne Kupferschicht niederschlug. Das Stearin wurde dann herausgeschmolzen, der Rest mit Terpentinspiritus ausgewaschen, die hohle Figur mit Kupfervitriollösung gefüllt, in diese eine Thierblase mit gesäuertem Wasser und einem Stück Zink gehangen, und letzteres durch einen Draht mit der hohlen Figur verbunden, in welcher sich dann ein so dicker, das erste Original genau darstellender, Ueberzug bildete, dass man die Hülle durch Zerreissen davon ablösen konnte[2].

Man hat sich mehrseitig bemüht, die Daguerrebilder galvanoplastisch darzustellen, und hat hierin wirklich das vorgesetzte Ziel erreicht, indess sind die Methoden weit schwieriger, die Erfolge minder sicher und die Erzeugnisse nicht so vollendet, als bei der gewöhnlichen Galvanoplastik, die daher allezeit den Vorzug behalten wird. Der Erste, dem es gelang, Daguerrebilder galvanoplastisch zu copiren, war GROVE[3]. Halten wir uns hierbei bloss an das praktische Verfahren, so ist dieses folgendes. Die das Daguerrebild enthaltende Platte wird auf der Rückseite und am Rande mit Gummilackfirniss überzogen, und ebenso eine gleich grosse Platinplatte, welche auf der andern Seite mit Platinpulver überzogen ist. Beide Platten behalten am Rande nur eine einzige freie metallische Stelle, die man mit den Elektroden verbindet. Man spannt dann beide Platten mit ihren freien Seiten einander parallel in einem Abstande von 0,2 Zoll gegenüber in einen Rahmen und taucht sie senkrecht in ein Gefäss, welches eine Mischung von 2 Theilen Salzsäure und 1 Theil Wasser dem Volumen nach enthält. Zur Erzeugung des elektrischen Stromes dient ein Element einer Grove'schen Säule, worin das Platinblech eine gleiche Grösse, als die Daguerreplatte haben soll; die vom Platin ausgehende Platin-Elektrode wird mit der freien Stelle der Daguerreplatte, der vom Zink aus-

1 Proceedings of the Electrical Soc. T. II. p. 117.

2 Herzog MAX VON LEUCHTENBERG im Journ. für pract. Chem. Bd. XXIII. S. 146.

3 Proceedings of the Electrical Society. T. I. p. 94 von 1841. Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XIX. p. 247. T. XX. p. 24. Journ. für pract. Chem. Bd. XXV. p. 291.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gehende Draht gleichfalls Platindraht, mit der freien Stelle der Platinplatte in Berührung gebracht und genau 25 bis 30 Secunden darin erhalten; eine schwächere Säule würde längere Zeit erfordern, vielleicht aber bessere Resultate geben. Man nimmt den Rahmen aus dem Gefässe heraus, könnte ihn aber wieder einsenken und den elektrischen Strom noch einige Secunden wirken lassen, wenn das Präparat nicht vollendet wäre. Die herausgenommene Platte wird mit Wasser gewaschen, in einen Kasten mit sehr verdünntem Ammoniak, die braune Zeichnung nach oben, gelegt und mit Hülfe von etwas Baumwolle sanft abgerieben, bis aller Niederschlag gelöst ist, dann herausgenommen, gewaschen und getrocknet. Solche Platten eignen sich sehr zu galvanoplastischen Bildungen, die in gehöriger Dicke über ihnen erzeugt zum Drucken benutzt werden können; weniger lassen sie sich zu Abdrücken unmittelbar verwenden, denn wenn die Aetzung mit Salzsäure so gering ist, dass die feinsten Züge nicht verwischt werden, so dringt die Druckerschwärze nicht in die Vertiefungen, hat aber die Salzsäure stärker geätzt, so werden die feinsten Züge zerstört. Daguerrebilder lassen sich auch unmittelbar als Formen zu galvanoplastischen Erzeugnissen verwenden, allein man erhält dann nur einen einzigen schwachen Abdruck und zerstört das bessere Original.

Dr. Berres hat drei etwas von einander abweichende Methoden angegeben, die Daguerrebilder zu ätzen, die jedoch nicht auf silberplattirten, sondern auf feinen massiven Silberplatten erzeugt seyn müssen. Nach der ersten Methode wird die auf der Rückseite mit Asphalt überzogene Platte in eine Mischung von 7,5 Th. Salpetersäure (40° Beaumé) und 8 Theilen Wasser gelegt und nach erfolgtem Angriffe, welcher sich durch eine leichte milchige Trübung kund giebt, anhaltend geschaukelt, um das sich ansammelnde salpetersaure Silber zu entfernen und die amalgamirten Stellen mehr zu schützen. Sobald das Metallbild stark hervortritt und die Halbtöne sichtbar werden, wird die Platte herausgenommen, mit Wasser, dann mit flüssigem Ammoniak gewaschen und durch Schwingen in der Luft schnell getrocknet. Nach der zweiten Methode wird die Platte in die angegebene Säure, d. h. von 17—18 Grad, so lange gelegt, bis die dunkeln (also im Bilde blanken, spiegelnden) Stellen einen zarten Angriff zeigen, dann mit Wasser und, wenn viel Höllenstein gebildet ist, wohl auch mit flüssigem

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Ammoniak gewaschen und nach wiederholtem Reinigen mit Wasser in eine 12- bis 13gradige Säure gelegt. Diese lässt man 12 bis 18 Stunden, je nach verlangter tieferer Aetzung, einwirken, bis die Flüssigkeit bläulich und das Bild schwarz erscheint; die Platte wird mit Wasser gewaschen, mit Terpentinspiritus und Alkohol gereinigt, und kann sowohl zum Abdrucken einiger hundert Exemplare, als auch zu galvanoplastischen Bildungen benutzt werden. Nach der dritten Methode wird die Platte der Einwirkung einer Säure von 9 Grad so lange ausgesetzt, bis sie tief genug geätzt ist, auch wohl gegen das Ende des Processes einige Secunden einer Säure von 20 bis 24 Grad, dann gereinigt und getrocknet. Das ganze Verfahren beruht also darauf, dass die Salpetersäure die freien Stellen der Platte früher und stärker angreift, als die mit Quecksilber bedeckten [1].

An die Galvanoplastik schliesst sich die **Galvanographie,** eine Erfindung, welche v. Kobell im J. 1840 zu einem hohen Grade der Vollendung brachte [2] und die ihm daher als Urheber zugehört, obgleich Smee [3] ein ähnliches Verfahren gleichfalls angewandt hatte. Die Aufgabe ist, Zeichnungen galvanoplastisch zu copiren, und das hierzu erforderliche Verfahren wird auf folgende Weise beschrieben. Die Zeichnung wird mit geeigneten Farben [4], deren Bindemittel aus einer Auflösung von Wachs und etwas Dammerharz in Terpentinspiritus besteht, auf eine silberplattirte polirte Kupferplatte so aufgetragen, dass die lichtesten Stellen ganz frei bleiben, die anderen nach dem Verhältniss der grösseren Dunkelheit eine dickere Lage erhalten. Die Farbe darf nur so viel Bindemittel haben, dass sie zwar anhaftet, aber nach dem Trocknen bloss matt erscheint. Für sehr tiefe Schatten werden die Stellen nachträglich mit Oelfarbe übertragen und mit Graphitpulver bepudert, welches nach dem Abklopfen einen sammetartigen Ueberzug zurücklässt. Die so vorgerichtete Platte wird auf eine etwas grössere, am Rande durch Wachs isolirte Kupferplatte gelegt, von welcher ein

1 Ann. d. Pharmacie. Bd. XXXVI. S. 337. Ueber ein neuerdings von Fizeau empfohlenes Verfahren s. **Daguerrebilder.**

2 Die Galvanographie. Münch. 1843.

3 Lond. and Edinb. Phil. Journ. T. XVI. p. 530.

4 Die galvanographischen Farben sind bei dem Farbenfabrikanten. Kern in München käuflich zu haben.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Streifen ausgeht, um die metallische Leitung zum Zink abzugeben. Letzteres befindet sich in einem Tambourin, über dessen untere Oeffnung Pergament ausgespannt ist und welches auf Füssen von 1 bis 1,5 Z. ruhet und über die Platte mit der Zeichnung gestellt wird. Zur Elektrode dient eine auf das Zink gelegte Bleiplatte mit einem 5 Z. langen und 1 Z. breiten Streifen, dessen anderes Ende man mit einer Klemmschraube an den Kupferstreifen der unteren Platte presst. Die Platten liegen in einem ausgepichten hölzernen Kasten, besser in einer gläsernen oder porzellanenen Schale, welche mit einer Mischung von einem gleichen Volumen von Kupfervitriol in Wasser gelöst und von Kupfervitriol in Glaubersalzlösung gefüllt ist. In diese wird die Trommel so eingesenkt, dass das Pergament etwas unter das Niveau der Flüssigkeit eintaucht; die Zinkplatte wird in die Trommel auf Glasstäbe gelegt oder sonst in einiger Entfernung vom Pergament gehalten, die Trommel bis über die Zinkplatte mit gesäuertem Wasser gefüllt, und dann erzeugt sich in 3 bis 4 Tagen über kleineren, in 6 bis 8 Tagen über grösseren Platten eine hinlänglich dicke galvanoplastische Platte von hinlänglicher Dicke. Die bereits angegebenen Vorsichtsmassregeln, Erneuerung der Kupfervitriollösung, der Zinkscheibe und der Säure, Reinigung der Trommel und des Pergaments, gehörige Regulirung des elektrischen Stromes u. s. w. sind auch hierbei zu beachten. Die Trennung der neuen Platte wird auf die angegebene Weise bewerkstelligt, dann entfernt man die etwa anhaftenden Farbetheilchen durch Aether und Baumwolle, putzt sie mit weichem Leder und Knochenasche, und sie ist zum Abdrucken fertig. Indess kann man auf dieser nach Vornahme der etwa erforderlichen Correctionen abermals eine Kupferplatte galvanoplastisch darstellen, und auf dieser nach abermaliger Corrigirung eine dritte, die dann zum Abdrucken am geeignetsten ist. Geschehen diese Verbesserungen durch Auftragen von Farben, so ist dabei nichts weiter zu berücksichtigen, die mit Anwendung des Schabers oder Grabstichels vorgenommenen würden aber ein Zusammenwachsen der neuen mit der alten Platte herbeiführen, und Kobell giebt daher der ganzen alten Platte einen feinen Ueberzug von Silber. Zu diesem Ende wird eine etwas verdünnte Auflösung von Höllenstein unter fleissigem Umrühren in eine gesättigte Kochsalzlösung bis zur Bildung eines nicht weiter auflöslichen Niederschlags von Chlorsilber

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eingetröpfelt; den Niederschlag lässt man sich absetzen und gebraucht die klare Flüssigkeit. Die Platte wird hierauf mit Leder und an der Luft zerfallenem Kalk geputzt und dann in die Flüssigkeit gelegt, nach 5 bis 15 Minuten vollkommen versilbert herausgenommen, getrocknet, mit Leder abgerieben und dann zur Bildung der galvanoplastischen Platte in den Apparat gelegt. Um aus dem Niederschlage des Chlorsilbers das regulinische Metall wieder zu erhalten, sammelt man ihn auf einem Filtrum, schüttet ihn in ein Glas mit Wasser, legt einige Stücke Zink hinzu, nimmt diese nach etwa 24 Stunden wieder heraus, giesst die Flüssigkeit ab, überschüttet den metallischen Rückstand mit verdünnter Salzsäure, um etwaige Reste von Zink wegzuschaffen, und kann dann das Silber in Salpetersäure wieder auflösen.

An die Galvanographie schliesst sich auf gleiche Weise die durch Osann erfundene **Galvanokaustik** oder die Kunst, Metallplatten auf galvanischem Wege zu ätzen[1]. Schon früher versuchte derselbe, fein vertheiltes metallisches Kupfer über Münzen und Medaillen stark zu pressen, und erhielt auf diese Weise genaue Copien[2], allein da sich hierzu nur harte Gegenstände eignen und die Galvanoplastik bereits ein so weites Feld eröffnet hatte, so fand das Verfahren keine Nachahmer. Wichtiger dürfte die neue Erfindung der Galvanokaustik seyn; wenigstens müssen die gelieferten Probedrücke für befriedigend gelten. Das dabei anzuwendende Verfahren ist folgendes. Wie oben bemerkt, löst der vom Kupferpole einer einfachen Volta'schen Säule übergehende Strom eine in Kupfervitriollösung aufgehängte Platte auf, führt dieses Kupfer zu einer andern, mit ihr parallelen leitenden, mit der Zinkelektrode verbundenen Platte über und stellt es daselbst metallisch wieder her. Ist daher die erste Platte an einigen Stellen mit einem Ueberzuge bedeckt, auf welchen die Kupfervitriollösung nicht wirkt, so werden nicht diese, wohl aber die übrigen Stellen aufgelöst, und hierdurch muss nothwendig eine Figur erzeugt werden. Zum Elektrometer gebraucht Osann eine einfache Säule aus einem kupfernen Kasten mit eingehängter Zinkscheibe und eingegos-

---

1 Die Anwendung des hydroelektrischen Stromes als Aetzmittel von Dr. G. W. Osann u. s. w. Würzb. 1842. 8.

2 Poggendorff Ann. Bd. LII. S. 406. Bd. LIV. S. 303.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

senem, 5 Procent Schwefelsäure enthaltendem Wasser. Um das Wesentlichste kurz mitzutheilen, möge nur bemerkt werden, dass nach angestellten Versuchen alle einfache Ketten sich für dieses Verfahren eignen, und man wird daher diejenigen wählen können, die zunächst zur Hand sind. Die zu ätzenden Metallplatten können gleichzeitig auf einer oder auf zwei Seiten geätzt werden, im letzteren Falle aber müssen ihnen zwei gleich grosse Platten in geringem Abstande parallel gegenüberstehen. Auf die zu ätzende Platte wird für die nicht aufzulösenden Stellen Schrift oder Zeichnung mit einem Firniss aus zusammengeriebenem Kienruss, venetianischem Terpentin und Terpentinöl aufgetragen. Verlangt man bloss eine Zeichnung, so bringt man diese Platte auf kurze Zeit in den galvanoplastischen Apparat und erhält dann nach dem Abputzen derselben die Zeichnung blank, die andern Stellen matt; soll dagegen die Platte zum Abdrucken benutzt werden, so überzieht man sie mit dem angegebenen Firniss und ätzt sie im galvanoplastischen Apparate tiefer. Um einen dunkeln Grund zu erhalten, kann man die überfirnisste Platte mit einer Theilmaschine liniiren. Für Kupferplatten wird der Kasten, worin sich die zu ätzende und die ihr parallele, die Auflösung wieder aufnehmende Platte befinden, mit aufgelöstem Kupfervitriol gefüllt, für Zinnplatten dagegen, die zu diesem Gebrauche noch geeigneter seyn sollen, dient eine Auflösung von Zinnchlorür in Wasser als geeignetes Aetzmittel.

Die Galvanoplastik ist zwar in der angegebenen Weise zu technischen Zwecken benutzt worden, weit mehr aber in derjenigen Modification, wonach ein gegebenes Metall einen dünnen, aber bleibenden metallischen Ueberzug erhält. Bei dem beschriebenen Verfahren muss über den Formen von nicht metallischen Körpern eine sehr dünne leitende Lage gebildet werden, die ohne Nachtheil in das niedergeschlagene Metall übergeht; metallene Modelle erfordern dagegen eine Vorbereitung, welche die Trennung des niedergeschlagenen Metalls möglich macht; ist dagegen die Metallfläche rein metallisch, dann verbindet sich das niedergeschlagene Metall mit ihr so innig, dass eine Trennung beider unmöglich wird, und eben dieses ist es, was man neben gleichförmiger Verbreitung und hinlänglicher Feinheit von den Ueberzügen edlerer Metalle über minder edle verlangt. Die früher bekannten Verfahrungsarten, solche Ueberzüge zu erhal-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

ten, waren mühsam, zum Theil der Gesundheit nachtheilig, und ausserdem hatte der Arbeiter die ganze gleichförmige Verbreitung und beliebige Feinheit des Ueberzugs nicht völlig sicher in seiner Gewalt und die Technik ergriff daher begierig das neue ihr dargebotene Mittel. Die gesammten hierher gehörigen Verfahrungsarten werden nach den Metallen bezeichnet, die den Ueberzug bilden; man bringt die zu überziehenden Stücke in eine geeignete Auflösung des erforderlichen Metalls, verbindet sie leitend mit der Elektrode des positiven Metalls der einfachen Säule, am besten der von constanter Wirkung, und lässt sie selbst das negative Element dieser Säule bilden. Hiernach hat man die galvanische (eigentlicher galvanoplastische) Vergoldung, Versilberung, Verplatinirung, Ueberkupferung u. s. w., die sich meistens nur durch die Bereitungsart der geeigneten Solutionen unterscheiden und daher einzeln beschrieben zu werden verdienen.

1) **Vergoldung.** Es ist oben erwähnt worden, dass WACH im Jahre 1830 gleichzeitig die Säule von constanter Wirkung und die galvanoplastische Ablagerung des Kupfers wahrnahm, ohne dass weder er selbst noch die vielen Physiker, die zunächst nach ihm sich mit galvanischen Untersuchungen beschäftigten, eine dieser beiden Erfindungen weiter förderten, bis die erste durch DANIELL und BECQUEREL, die zweite durch JACOBI die Masse unserer Kenntnisse so bedeutend erweiterten. Noch auffallender muss es aber erscheinen, dass gleich nach der Erfindung der Volta'schen Säule im Jahr 1803 BRUGNATELLI mittelst des elektrischen Stromes vergoldete, ohne diese Entdeckung weiter zu verfolgen. Den metallischen Niederschlag gewahrte er an Elektroden von Gold, Silber und Platin, ja er ging noch weiter und vergoldete Silbermünzen, indem er sie mittelst eines stählernen Drahtes mit dem negativen Pole der Säule verband und in eine gutgesättigte, für diesen Zweck bereitete Lösung von Ammoniakgold eintauchte[1]. Unmittelbar nach der Bekanntwerdung der Galvanoplastik wurden von mehreren Seiten Versuche des Vergoldens gemacht, bei denen die Verfahrungsarten sich vorzüglich durch die gewählten Goldsolutionen unterschieden, die wegen ihrer Kostbarkeit von grosser

1 Annali di Chimica. 1803. Van Mons Journ. de Chimie et de Phys. T. 5.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wichtigkeit für die praktische Anwendung sind. Zuerst gelang es De la Rive, eine geeignete Solution und ein angemessenes Verfahren zu einer dauerhaften Vergoldung aufzufinden[1], weswegen ihm auch das pariser Institut die Hälfte des für Vergoldung ohne Quecksilber ausgesetzten Preises zuerkannte. Gleichzeitig machte Böttger seine Methode des Vergoldens bekannt, wobei er sich seines oben (Fig. 21) beschriebenen Apparates bediente. Die vorgeschlagene Goldsolution enthält 1 Th. trocknes und möglichst säurefreies Chlorgold auf 250 bis 300 Theile Wasser; der zu vergoldende Gegenstand bleibt höchstens eine Minute in der Solution, wird dann herausgenommen, gewaschen und schnell mit Leinwandläppchen unter ziemlich starkem Reiben getrocknet. Diese Operation wird etliche Male wiederholt, jenachdem die Vergoldung stärker seyn soll. Auf diese Weise lässt sich Silber, Messing und Stahl sehr gut und mit einer Politur, wie sie vorher war, vergolden, fein mit Oel polirter Stahl dagegen nimmt das Gold nicht an, und auf Kupfer nimmt sich die Vergoldung nicht gut aus, wenn es nicht vorher platinirt worden ist[2]. Einige Verbesserungen der bekannt gewordenen Methoden brachte Elsner[3] in Vorschlag, namentlich dass man die Goldsolution stark verdünnen und mit kohlensaurem Natron neutralisiren müsse, wenn sie auf Lakmus sauer reagire, und dass durch Salzsäure von ihrem blauen Ueberzuge befreite Stahlfedern, eben wie Kupfer, einen Goldüberzug auch ohne Einwirkung des galvanischen Stromes annehmen. Bei seinen galvanoplastischen Versuchen gelangte Smee gleichfalls dahin, die Metalle mit einer dickeren oder dünneren Lage Gold, Platin und Palladium zu überziehen[4], Walker aber wandte zur Vergoldung eine beliebige elektrische Säule von constanter Wirkung an und verband diese mit einem abgesonderten Gefässe, worin sich eine Lösung des Cyangoldkalium befand. Der darin liegende zu vergoldende Gegenstand war mit der vom Zink ausgehenden Elektrode leitend verbunden, die vom Kupfer ausgehende aber mit

---

1 Ann. de Chim. et Phys. T. LXXIII. p. 398.
2 Neuere Beiträge für Phys. u. Chem. S. 97.
3 Journ. für prakt. Chem. Bd. XXIII. 148.
4 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XVI. p. 315. 422. 530.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

einer Goldplatte, von der sich daher ebenso viel auflöste, als zur Vergoldung verwandt wurde[1].

Allgemein bekannt, hauptsächlich in England und Frankreich, wurden die Bemühungen von Elkington und Ruolz. Ersterer übte schon früher ein in beiden Ländern patentirtes Verfahren einer rein chemischen Vergoldung, welches darin besteht, dass man Gold in Königswasser löst, das erhaltene Goldchlorit mit einem sehr grossen Ueberschuss einer Lösung von doppelt kohlensaurem Kali vermischt, einige Zeit damit kocht und die zu vergoldenden Gegenstände von Messing, Bronze oder Kupfer in die noch siedende Flüssigkeit taucht. Die Vergoldung sitzt vollkommen fest, hat aber nicht die Dicke der durch Quecksilber erhaltenen. Nach Bekanntwerdung des galvanischen Verfahrens nahm Elkington auf das von ihm hierfür aufgefundene ein Patent. Er nimmt 31,25 Grm. in Oxyd verwandeltes Gold, setzt 5 Hektogr. Cyankalium und 4 Liter Wasser hinzu und kocht das Ganze eine halbe Stunde. In diese Flüssigkeit, die heiss besser als kalt vergoldet, leitet man die Elektroden einer Säule von constanter Wirkung und setzt den zu vergoldenden Gegenstand mit dem negativen Pole in leitende Verbindung. Dumas prüfte dieses Verfahren und fand, dass man danach zu beliebiger Dicke vergolden könne, doch sey das Cyankalium theuer, als Auflösung schwer aufzubewahren und daher die Vergoldung vielleicht kostbarer als mit Quecksilber. Wenige Tage nachher nahm Ruolz ein Patent auf seine Methode, die sich nicht bloss auf die Vergoldung, sondern auch auf andere metallische Ueberzüge erstreckt. Auch er brachte eine beliebige Volta'sche Säule in Anwendung und verband den zu überziehenden Gegenstand mit dem negativen Pole. Als Lösungen dienten 1) Goldcyanid in einfachem Cyankalium gelöst; 2) Goldcyanid in gelbem Cyaneisenkalium gelöst; 3) Goldcyanid in rothem Cyaneisenkalium; 4) Goldchlorid in denselben Cyaniden; 5) Goldchloridkalium in Cyankalium; 6) Goldchloridkalium in Natron, Schwefelgold in neutralem Schwefelkalium gelöst. Die drei letzten Flüssigkeiten sind die besten, die letzte aber ist die allerbeste; man kann damit Platin, Silber, Kupfer, Packfong, Stahl, Eisen und Zinn (letzteres wenn es mit Kupfer dünn überzogen ist)

1 Lond. and Edinb. Phil. Mag. T. XIX. p. 328.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bis zu beliebiger Dicke vergolden[1]. Nicht öffentlich bekannt geworden ist das Verfahren des Dr. HIMLY, weil er es für eine ansehnliche Summe nach England verkaufte; auch hat DE LA RIVE seine Methode später verbessert, worüber, eben wie über verschiedene andere Einzelnheiten dieses Verfahrens, BECQUEREL ausführliche Nachricht giebt[2].

Alle zu vergoldende, zu versilbernde u. s. w. Flächen müssen rein seyn, und es ist daher erforderlich, sie mit einer alkalischen Lauge zu reinigen, wenn sie fettig sind, auch thut man wohl, sie vorher mit etwas verdünnter Säure zu überstreichen. Statt des beschriebenen, von BÖTTGER angegebenen Apparates kann man zum Vergolden jedes beliebige gläserne oder porzellane Gefäss wählen, die Goldsolution hineingiessen, den zu vergoldenden Gegenstand hineinlegen oder darin aufhängen, die vom Kupfer ausgehende Elektrode in die Flüssigkeit tauchen und mit der vom Zink ausgehenden den zu vergoldenden Gegenstand durch Berührung in leitende Verbindung bringen. Es ist kaum nöthig, zu bemerken, dass man für den Fall fortdauernder Vergoldung wohl thun würde, die eingesenkte Elektrode mit einem Stück feinen Goldes zu verbinden, in welchem Falle die Solution durch Auflösung so vielen Goldes, als niedergeschlagen wird, unverändert bleiben und es auch zweckdienlich seyn würde, diese Elektrode von Gold zu wählen. Sind die zu vergoldenden Stücke gross, so muss man des gleichmässig dicken Ueberzugs wegen die Berührungsstelle der vom Zink ausgehenden Elektrode wiederholt wechseln, oder nach BÖTTGER's Angabe die zu vergoldenden Stücke nur kurze Zeit dem elektrischen Strome aussetzen, öfter herausnehmen und abwaschen, wobei dann die Berührungsstellen von selbst wechseln. Als praktisches Verfahren empfiehlt Dr. KAISER[3], auf einen Ducaten 2 Loth Königswasser von 1,22 spec. Gewicht zu nehmen und bis zum Sieden zu erhitzen. Ist die Auflösung vollendet, so hält man sie in einem Porzellannäpfchen über eine Weingeistlampe, bis allmälig und mit Vermeidung zu starker Hitze die verdampfte Säure das Ansetzen einer rothbraunen

---

1 S. den Bericht von DUMAS in Compt. rend. T. XIII. p. 998. Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 160.

2 Compt. rend. T. XIV. p. 135.

3 Baiersches Kunst- und Gewerbeblatt. 1842. Mai.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Masse an den Wandungen des Näpfchens erlaubt, worauf man es vom Feuer entfernt und nach dem Erkalten eine dunkelrothgelbe krystallinische Masse erhält. Dieses Chlorgold wird gewogen, und man nimmt auf 1 Gewichttheil desselben 10 Gewichttheile Blutlaugensalz und 100 Gewichttheile Wasser. Die anfangs grünliche und trübe Flüssigkeit wird dann noch einmal in einem Porzellannäpfchen bis zum Sieden erhitzt, und dabei geprüft, ob sie sauer reagirt, also Lakmuspapier röthet, in welchem (seltenen) Falle man gerade so viel aufgelöste gereinigte Pottasche zusetzen müsste, bis die Säure neutralisirt ist. Dann wird die Flüssigkeit filtrirt und zur Anwendung benutzt, wobei es indess selbst vortheilhaft ist, sie mit noch mehr Wasser zu verdünnen. Sehr räthlich ist, die zu vergoldenden Stücke, wozu sich besonders die von Argentan eignen, nur wenige Secunden in der Auflösung eingetaucht dem schwachen elektrischen Strome auszusetzen, dann herauszunehmen, mit feiner Leinwand abzuwischen, und dieses so lange zu wiederholen, bis der Ueberzug die verlangte Dicke erhalten hat. Die Vergoldung ist zwar meistens blank, hat man aber den Gegenstand 1 bis 3 Stunden dem Strome ausgesetzt und dadurch einen dicken Ueberzug erzeugt, so zeigt sie sich glanzlos, dunkelgelb oder rothgelb; in beiden Fällen ist es gut, sie zu poliren, wodurch sie an Glanz und Dauerhaftigkeit gewinnt. Das einfachste Vergoldungsverfahren besteht nach v. Frankenstein darin, dass man zu 1 Gewichttheil flüssiges Chlorgold 6 Gewichttheile blausaures Kali, 4 Theile einfach kohlensaures Kali, 6 Theile Kochsalz und 50 Theile Wasser setzt, diese Lösung in eine Porzellanschale giesst, letztere auf eine Zinkplatte setzt, die von unten mit einer Weingeistlampe erwärmt wird, dann die zu vergoldenden Gegenstände hineinlegt und mit einem Zinkstreifen, welcher mit der Zinkscheibe leitend verbunden ist, berührt. Nach Walker thut man wohl, das Kupfer zuerst mit einer dünnen Lage Silber zu überziehen und dann zu vergolden, weil hierdurch die Vergoldung schöner wird. Nach De la Rive giesst man eine sehr verdünnte Auflösung von Goldchlorid (5 bis 10 Milligr. auf ein Centimeter Wasser) in einen cylindrischen Schlauch von Blase, taucht diesen in ein Glasgefäss, welches sehr schwach gesäuertes Wasser und eine darin stehende Zinkplatte enthält, verbindet den zu vergoldenden Gegenstand durch einen Metalldraht mit dem Zink, und taucht ihn dann erst in

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Goldsolution. Nach einer Minute zieht man ihn heraus, wischt ihn mit feiner Leinwand ab und reibt ihn stark. Schon dann ist er vergoldet, allein wenn man diese Operation zwei- bis dreimal wiederholt hat, so ist die Vergoldung hinlänglich stark. Der Gegenstand muss vorher gesäubert seyn, was am besten geschieht, wenn man ihn mit Zink in gesäuertem Wasser zur Kette verbindet, so dass sich Wasserstoff an ihm entbindet, oder er muss polirt seyn; im ersten Falle wird die Vergoldung glänzend, im zweiten matt[1]. De la Rive bemerkt an einem andern Orte, dass solche Blasen Gold aufnehmen, was durch Einäschern wieder erhalten wird. Soll die Vergoldung einen röthlichen Schein haben, so lässt sich dieser zwar durch Anwendung des Glühwachses der Goldarbeiter erzeugen; einfacher aber ist es, der zu bereitenden Goldsolution eine der verlangten Legirung angemessene Menge reines (am besten galvanoplastisch gebildetes) Kupfer zuzusetzen. Die Bereitung dieser legirten Solution ist die oben angegebene, nur muss man statt des kohlensauren Kali, wenn dessen Zusatz zur Neutralisirung der Solution erforderlich ist, Aetzkali zusetzen. Die legirte Vergoldung ist dauerhafter, als die reine, und besonders kann man mit verdünnter Schwefelsäure gereinigte Stahlwaaren vortheilhaft zuerst mit legirter und dann mit reiner Vergoldung überziehn. Einzelne, aus der Gestalt der zu vergoldenden Stücke hervorgehende, Abänderungen des allgemeinen Verfahrens können hier billig übergangen werden.

2) Verplatinirung. Hierzu eignen sich nach Böttger[2] nur Silber, Messing und Kupfer, auch lässt sich letzteres Metall nach Herstellung des Platinüberzugs sehr gut vergolden. Man wendet hierzu eine Chlorplatinsolution, die mit 250 bis 300 Th. Wasser verdünnt ist, an und verfährt ganz auf die Weise, wie bei der Vergoldung. Noch besser gerieth ihm die Verplatinirung, namentlich des Kupfers, durch Anwendung des Natriumplatinchlorids, wenn die Kupferplatte auf der zu verplatinirenden Seite mit sehr verdünnter Salzsäure und sehr feinem Sande oder mit Kreide sehr rein geputzt, auf der andern mit Wachs überzogen würde, nachdem daselbst vorher mit Zinn ein dünner Metalldraht zur Herstellung der Leitung angelöthet war.

---

1 Compt. rend. T. X. p. 579. Poggendorff Ann. Bd. L. S. 94.
2 A. a. O. S. 99.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zur Herstellung der Flüssigkeit werden gleiche Theile trocknes Chlorplatin und reines Kochsalz in hinlänglichem Wasser gelöst[1]. Ruolz[2] bereitet Kaliumplatinchlorid aus rohem Platin, weil die diesem beigemischten Metalle ohne Nachtheil sind, löst dieses in Aetzkalilauge, und dann geräth damit die Verplatinirung ebenso leicht, als die Vergoldung. Kaiser[3] beschreibt folgendes praktisches Verfahren. Man löst Platin in Königswasser, tröpfelt diese Flüssigkeit in kleinen Quantitäten in siedend heisse Aetzkalilösung von 8° Beaumé, schüttelt, bis die gelbe Trübung verschwindet, und setzt dieses so lange fort, als das Verschwinden der Trübung erfolgt. Diese Platinlösung wird während der Operation warm erhalten und liefert dann durch Einwirkung des elektrischen Stromes nach der beim Vergolden anzuwendenden Methode einen dauerhaften Ueberzug, den man mit dem Polirstahle glätten muss, wenn er chemischen Einflüssen widerstehen soll.

3) Versilberung des Kupfers und Messings geschieht nach Böttger[4] am besten, wenn man eine Auflösung von 3 Drachmen pulverisirtem salpetersaurem Silberoxyd in 2 Unzen Aetzammoniakflüssigkeit auflöst, nur muss man die zu versilbernden Stücke beim ersten Eintauchen in jene Salzlösung nie länger als 1 Secunde darin verweilen lassen, dann abtrocknen, und das Eintauchen so oft wiederholen, bis der Ueberzug dick genug ist, gerade wie beim Vergolden und mit Anwendung des nämlichen Apparats. Ruolz dagegen wendet dazu Cyansilber, in Cyankalium gelöst, an, und zwar wird 1 Gramm Cyansilber mit 10 Grm. gelbem Cyankalium in 100 Grm. Wasser gelöst. Das Silber lässt sich auf Messing, Bronze, Kupfer, Zinn, Eisen, Stahl und zu Verzierungen auf Platin und Gold auftragen, und haftet so fest, dass eine versilberte Messingplatte der Wirkung des schmelzenden Aetzkali widersteht. Zum praktischen Verfahren wird nach Kaiser reines Silber in Salpetersäure unter Erwärmung aufgelöst und dann so lange Salzwasser zugetröpfelt, als noch ein Niederschlag entsteht. Dieser (das Chlorsilber oder Hornsilber) wird mit Wasser übergossen, von der über-

1 S. ebend. S. 101.
2 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 165.
3 A. o. a. O.
4 A. a. O. S. 99.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stehenden Flüssigkeit durch Abgiessen und Filtriren gereinigt, und dient dann zur Bereitung der Silbersolution. Man nimmt von ihr 1 Gewichttheil, setzt dazu 5 Gewichttheile in Wasser gelöstes blausaures Kali, 5 Th. Pottasche, 2 Th. Kochsalzauflösung, 5 Th. Salmiakgeist und 50 Th. Wasser, und kocht das Ganze eine halbe bis drei Viertelstunden. Man kann diese Solution noch beliebig verdünnen, denn obgleich die Versilberung dadurch langsamer erfolgt, so wird sie dafür schöner. Die kalt gewordene klare, etwas hellgelbe, Flüssigkeit wird von dem röthlichen Bodensatze abgegossen und in einem geeigneten Glase aufbewahrt. Die zu versilbernden Gegenstände müssen vorher mit Kreide und Weingeist geputzt, stählerne polirte in verdünnte Säure getaucht werden. Zum galvanischen Apparate kann man einen der beschriebenen wählen, KAISER empfiehlt aber, wohl mit Rücksicht auf den häufigen Gebrauch des Versilberns, ein porzellanenes Gefäss von geeigneter Tiefe, auf dessen Boden auf Glasstücken mehrere Stücke Zink liegen, die auch durch ein über dem Boden befestigtes Gitter von Zinkstäben ersetzt werden könnten. Die Gegenstände werden so auf dieses Zink gelegt, dass sie dasselbe wenigstens an einer Stelle metallisch berühren, die Solution wird darüber gegossen und eine Weingeistlampe unter das Gefäss gestellt. In 30 Secunden ist schon ein Ueberzug gebildet, welcher nach 2 bis 3 Minuten schon die hinlängliche Dicke hat, die durch längeres Liegen noch zunimmt. Man wäscht die Stücke in Weinsteinwasser und polirt die Stellen, die blank werden sollen, mit Leder und Kreide oder mit dem Polirstahle.

4) Verkupferung bewirkte RUOLZ mittelst Cyankupfers in Cyankalium oder Cyannatrium gelöst, doch gelingt der Process schwieriger und erfordert eine stärkere Säule [1].

5) Verbleiung geschieht nach RUOLZ mittelst einer Auflösung von Bleioxyd in Aetzkali und lässt sich auf alle Metalle, auch auf Gusseisen, anwenden [2].

6) Verzinnung bewirkte BÖTTGER und später RUOLZ mittelst einer Auflösung von Zinnoxyd in Kalilauge namentlich bei Eisen und Zink. Metalle, welche negativer sind als Zinn, z. B. Kupfer, Bronze, Messing, bilden mit jenen eine galvanische

---

1 Poggendorff Ann. Bd. LV. S. 163.
2 Ebend. a. a. O.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kette, und man kann dabei eine Auflösung von Zinn in Cremortartari anwenden. Dieser Process wurde schon vorher, ohne dass man wusste, er sey ein galvanischer, zum Verzinnen der messingenen Stecknadeln angewandt, indem man sie mit gekörntem Zinn in einer Weinsteinlösung zusammenbrachte.

7) **Verzinkung.** Man kannte seit längerer Zeit Methoden, Kupfer, Messing und Eisen mit Zink zu überziehen, bei deren einigen galvanische Action mitwirkend ist[1], und die Bereitung des sogenannten galvanisirten Eisens gehört gleichfalls dahin. Neuerdings machte SOREL bekannt, dass es ihm gelungen sey, Eisen mittelst der Volta'schen Säule mit einer beliebig dicken Lage Zink zu überziehen[2], indess ist das Verfahren nicht näher angegeben, ebenso wenig als dieses in dem Berichte über die Leistungen RUOLZ's geschehen ist. POGGENDORFF meint, es werde dazu eine Auflösung von Zinkoxyd in Kalilauge oder eine mit Kalilauge im Ueberschuss versetzte Auflösung von schwefelsaurem Zinkoxyd verwandt[3]. Endlich hat RUOLZ auch Ueberzüge von Nickel und Kobalt auf verschiedenen Metallen durch Anwendung der Volta'schen Säule zu Stande gebracht[4].

Galvanoskop. S. **Multiplicator.** VI. 2476.
Gang, Gänge. III. 1102. Entstehung. IV. 1289.
Gas. IV. 1012. Flüssigkeitszustand. 1015. Verwandlung in tropfbare Flüssigkeiten. 1017—1022. X. 1099. Elasticität. IV. 1022. Boyle'sches und Mariotte'sches Gesetz. 1026—1033. daraus erwachsendes Verhältniss zwischen Volumen und Dichtigkeit der Gase. 1030—1034. Verbindungen von Gas und Dampf. 1034. Prüfung des Mariotte'schen Gesetzes. 1035. X. 1056. es zeigt sich bei stärkerer Compression gültig. IV. 1038. und bei stärkerer Verdünnung. 1045. ist nicht auf alle Gase anwendbar. 1043. Die Elemente der Gase scheinen von ungleicher Grösse zu seyn. 1047. Wesen der Gasform. 1048. Ursache und Wesen der Elasticität nach LE SAGE. 1040. nach NEWTON. 1050. FRIES. 1053. LAPLACE. 1057. und POISSON. 1065. Chemische Natur der Gase. 1074. rücksichtlich ihres Verhaltens zum Brennen und Athmen. 1076. specifisches Gewicht der Gase. 1493.

---

1 BÖTTGER a. a. O. S. 26.
2 Compt. rend. T. XI. p. 987.
3 Dessen Ann. Bd. LV. S. 166.
4 Viele praktische Anweisungen enthält: die Galvanoplastik für Künstler, Gewerbtreibende und Freunde der Numismatik von CHARLES WALKER, nach der 10ten Aufl. mit Anmerk. von Dr. CHR. HEINR. SCHMIDT. Weim. 1843.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1505—1508. absolutes. 1513—1516. Fortpflanzung des Schalles durch dieselben. VIII. 469. specifische Wärmecapacitäten. X. 683—764. Ausdehnung durch Wärme. 932. Flüssigwerden durch Kälte. 969. 1147. Durchdringen derselben durch poröse Körper. S. **Diffusion.**

Zus. Die Bezeichnung Gaz wurde zuerst von VAN HELMONT[1] gebraucht und bezeichnete den Dunst, der aus gährenden Flüssigkeiten aufsteigt. Vermuthlich kommt der Name von dem deutschen Worte Gäscht, Gest, Schaum, dessen gasförmiger Inhalt etwas anderes, als das eine Element, die Luft, seyn musste. Er unterschied die aus verschiedenen Körpern entbundenen Gase, als gas sylvestre, flammeum, pingue, ventosum, ohne bestimmte Bezeichnungen, denn erst als PRIESTLEY im August 1774 die Eigenthümlichkeit des Sauerstoffgases erkannte, fing man an, die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Gase zu bestimmen.

Gasbeleuchtung. IV. 1078. erste Versuche der Erzeugung des Leuchtgases. 1079. LEBON's Thermolampe. 1080. neuere Gasbeleuchtungen. 1082. Bereitung des Steinkohlengases. 1083. des Oel- oder Thran-Gases. 1086. gewonnenes Theer. 1087. Reinigung des Gases. 1088. Aufbewahrung in Gasometern. 1090. Grösse der Gasometer. 1091. stets gleichmässiger Druck. 1092—1098. Horizontalität des unteren Randes. 1099. tragbare Gasometer. 1100. Fortleitungsröhren und Brennröhren. 1104—1108. Messungsapparate. 1108—1110. Menge des Oel- oder Thran-Gases. 1105. Beschaffenheit des Steinkohlengases. 1111. und Oelgases. 1112. Leuchtkraft beider. 1114. überwiegende Helligkeit über andere Flammen. 1115—1120. dochtlose oder Gas-Nachtlämpchen. 1121. Leuchtgas bereitende Lampen. 1122.

Zus. Schon vor LEBON bereitete MINCKELERS, Professor in Löwen, Leuchtgas aus Steinkohlen und zeigte dessen Flamme im Collegium[2].

Gascalorimeter. II. 21.

Gase, Gasification. X. 1142. Unterschied von Dampf. 1143. II. 280. 282. Tropfbarmachung derselben. I. 81. X. 1099. 1147. ihre Wärmeatmosphären. I. 126. vereinigen sich in engen Röhren. 486. bestehen in einander. 496. S. **Diffusion.**

Gasentbindung aus Wasser. I. 64.

Gaslampe, Gasnachtlampe. IV. 1121. X. 320. sich selbst speisende. IV. 1122.

---

1 Opera omn. Fref. 1682. 4.

2 Mém. sur l'air inflammable, tiré de différentes substances, rédigé par M. MINCKELERS. Louvain 1784. 8.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zus. Der Erfinder dieser Lämpchen ist BLACKADDER. Die harte Kohle, die das obere Ende des Röhrchens verstopft, lässt sich leichter trennen, wenn man vorher einen Tropfen Schwefelsäure daran bringt[1].

Gaslicht. IV. 1118.
Gasometer. IV. 1125. zur Aufbewahrung des Leuchtgases dienende. 1090. zur Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers aus seinen beiden Bestandtheilen. 1126—1130. zum gleichmässigen Ausströmen der Gase dienende Apparate. 1131. Vergl. **Aspirator.**
Gassäule. S. **Säule,** elektrische.
Gasvulcane. S. **Vulcane.** IX. 2328.
Gaswärme. IV. 1013.
Gebirgsarten. Urgebirge. III. 1077. Uebergangsgebirge. 1083. secundärer Formation. 1087. tertiärer. 1091. vulcanische. 1094.
Gebläse. Blasemaschinen, Hüttengebläse. IV. 1132. gemeiner Blasebalg. 1133. Cylindergebläse. 1134. Kastengebläse. 1135. hydrostatisches Cylindergebläse. 1136. hydraulisches Kettengebläse. 1137. Tonnengebläse und Wassertrommelgebläse. 1139. Bestimmung der ausströmenden Gasmenge. 1143. VII. 637. das gemeine Löthrohr. IV. 1148. der Glasblasetisch. 1149. gasometrische Gebläse. 1150. Sauerstoffgasgebläse. 1157. MARCET's Lampe. 1158. Knallgasgebläse; HARE's. 1159. NEWMAN's oder CLARKE's. 1164. Mengungsverhältniss der enthaltenen Gase. 1171. 1182. Vergleichung der Knallgasgebläse mit einander. 1173. Theorie seiner Wirkungen. 1176.
Gebläse mit heisser Luft. X. 292.
Gebläse aus der Masse herabgefallener Lawinen. IV. 1132.
Gedact. Register der Orgeln. VIII. 273. 350.
Gedrittschein. I. 402.
Gefälle. Fall der Flüsse und Ströme. VIII. 1177. 1193.
Gefässbarometer. S. **Barometer.** I. 888*. **Gefässcorrection.** I. 889*.
Gefässhaut. S. **Auge.** I. 531.
Gefrieren. des Wassers. I. 601. III. 99. Zusammenziehung desselben. I. 601. III. 101. leichteres Gefrieren des gekochten. 105. Nachtrag s. **Wärme.** X. 938. des Seewassers s. **Meer.** VI. 1690. und **Wärme.** X. 942. der Fenster s. **Eis.** III. 106.
Gefrierpunct der Thermometer; Bestimmung desselben. IX. 883. 920.
Gefühl. IV. 1184. Gemeingefühl, Sensibilität oder Empfindlichkeit. 1185. Gefühlssinn, Tastsinn. 1188. ersetzt unvollkommen das Gesicht. 1188.
Gegendämmerung. II. 270.
Gegenfüssler. Antipoden. IV. 1190.
Gegenschattige. IV. 1191.

---

1 Buchner's Repert. Bd. XXVIII. Hft. 2. S. 217.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gegenschein. I. 402.
Gegensonne, eine um 90° abstehende Nebensonne. S. **Hof.** V. 488.

Zus. **Gegenstrom** heisst derjenige elektrische Strom, welcher durch Polarisirung der Elektroden in der zu zerlegenden Flüssigkeit entsteht und dem Hauptstrome entgegengerichtet ist. S. **Polarisation,** elektrische. Zuweilen bezeichnet man dadurch einen durch Induction entstehenden Strom. S. **Induction.**

Gegenwinde. VII. 1139.
Gegenwirkung. IV. 1192. nach NEWTON sind Wirkung und Gegenwirkung einander gleich. 1192—1195. dynamische Ansicht dieses Satzes. 1197.
Gegenwohner. IV. 1197.
Gehör. das Hören. IV. 1198. das äussere Ohr. 1199. Gehörgang. 1200. Trommelfell, Paukenfell. 1201. Pauke, Trommel, Paukenhöhle, Gehörknöchelchen. 1202. Hammermuskel. 1203. Steigbügelmuskel. 1204. Eustachische Röhre. 1204. Labyrinth. 1205. Vorhof, ovales und rundes Fenster, kreisförmige Canäle, Schnecke. 1206. Gehörnerv. 1207. Bestimmung der innern Theile. 1208. 1209. Hören durch die Zähne und andere Theile des Körpers. 1212. Vorrichtungen, dieses zu erleichtern. V. 431. Schwerhörigkeit, Durchbohren des Trommelfells. IV. 1214. partielle Unempfindlichkeit des Gehörs. 1218. Paracusis Willisiana. 1219. Functionen des Gehörs. 1221. krankhafte Affectionen. 1223.
Gehörgang, Gehörknöchelchen. S. **Gehör.** IV. 1200. 1202.

Zus. Zur Literatur dient vorzugsweise THOM. BUCHANAN[1] und JOH. MÜLLER[2]. Letzterer hat durch einen sinnreich erdachten Apparat die Schallleitung durch die Gehörknöchelchen und die Luft im innern Ohre nachgebildet und ist auf diese Weise gleichfalls zu dem Resultate gelangt, dass die schwächeren Schallwellen der Luft gegen die stärkeren durch die Gehörknöchelchen verschwinden. Das von mir aus dem Versuche mit einem an einem Faden hängenden Löffel entnommene Argument, welches MÜLLER als unpassend verwirft (weil dabei der Schall durch den Faden, beim gewöhnlichen Hören aber durch die Luft zum Ohre gelangt), ist allerdings nicht ganz adäquat, soll aber nichts weiter beweisen, als die grössere Stärke der Leitung der Schallwellen vom Paukenfelle aus, an

1 Physiological Illustrations of the Organ of hearing etc. Lond. 1828.

2 Handbuch der Physiologie des Menschen. 2te Aufl. Bd. II. S. 425. 442 ff.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

welchem sie doch nothwendig angekommen seyn müssen, wenn sie überhaupt zum Gehörnerven gelangen sollen. Das zweite Argument, von der früheren Ankunft der durch die Gehörknöchelchen geleiteten Wellen, die jedoch nur bei den höchsten Tönen von einigem Einfluss seyn könnte, ist nicht berücksichtigt. Im Ganzen glaube ich durch diese neuen Untersuchungen die von mir aufgestellte Ansicht bestätigt zu finden, dass im normalen Zustande die durch die Gehörknöchelchen geleiteten Wellen empfunden werden, im abnormen die durch die Luft zum runden Fenster gelangenden. Die Eustachische Röhre soll nach HENLE[1] dazu dienen, den Ton zu verstärken, wie durch die Löcher im Resonanzboden der Geigen die in diesen eingeschlossene Luft zum Mittönen gebracht wird. Versuche, welche MÜLLER anstellte, indem er eine mit einem Seitenrohre versehene Pfeife tönen liess, waren dieser Ansicht nicht günstig; auch findet das Mittönen der Luft nicht leicht in verhältnissmässig engen Röhren, stets aber in grösseren Räumen, wie im Bauche der Geigen, statt. Als Hauptbestimmung der Eustachischen Röhre ist daher wohl die Erhaltung des Gleichgewichts der eingeschlossenen und äusseren Luft zu betrachten, auch glaube ich noch immer, dass das Ende dieses Canals im Innern der Mundhöhle gewöhnlich nicht vollständig offen, sondern durch weiche Theile leicht (wie die Lippen) verschlossen ist, dem gemäss dann das Knacken im Ohre beim Bergsteigen und unter der Taucherglocke u. s. w. als Folge der eindringenden oder ausströmenden Luft erscheint, was man leicht durch Oeffnen und Schliessen der Lippen nachmachen kann. Die Verstopfung dieser Röhre muss dann, ohne Rücksicht auf die Leitungsfähigkeit der im Ohre eingeschlossenen Luft, Schwerhörigkeit zur Folge haben, die innere Luft mag an Dichtigkeit zunehmen oder abnehmen, welches letztere ich für wahrscheinlicher halte, denn in beiden Fällen findet ein veränderter Druck gegen das Paukenfell und demnach mittelbar durch die Gehörknöchelchen gegen das ovale Fenster statt, und dadurch muss eine Dumpfheit des gehörten Schalles entstehen, wie man sie durch einen Druck mit dem Finger hinter dem Ohrläppchen künstlich erzeugen kann.

Nach Versuchen im Taubstummen-Institut zu Beugen (Schweiz)

---

1 Encyklop. Wörterb. d. med. Wissensch. Art. Gehör.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hörten drei Individuen gar nicht durch die Zähne, wohl aber, mindestens die Vocale, durch den oberen Theil des Kopfes und die drei oberen Halswirbel; zwei Kinder hörten durch den Ellenbogen. SCHEUCHZER erzählt ähnliche Beispiele des Hörens durch den Kopf[1].

Geiser auf Island. VIII. 971. IX. 2342.
Geist, geistige Flüssigkeiten. IV. 1225.
Gemenge. Gegensatz von Gemisch. IX. 1858.
Gendre. Musikalisches Instrument. VIII. 283.
Geogenie oder **Geogonie, Geognosie.** S. **Geologie.** IV. 1238.
Geographie, mathematische, physische, politische. IV. 1225. mathematische. 1225. physische. 1226. Geschichte derselben. 1227—1237. Literatur. 1237.
Geologie. Geschichte oder Theorie der Erde. IV. 1238. Ursprung der Erde. 1239. des Weltalls. X. 1402. Mosaische Kosmogenie. IV. 1239. sonstige Hypothesen. 1241. Urbildung der Erde. 1245. BURNET und WHISTON. 1245. Entstehung aus kosmischen Massen. 1246. BUFFON'S Hypothese. 1249. und sonstige plutonische. 1251—1254. veränderte Richtung der Erdaxe. 1258. LAMARK'S und DE LUC'S Hypothese. 1264. WERNER'S Neptunismus. 1267. HUTTON'S Plutonismus. 1269. PARROT. 1273. BREISLAK. 1274. Bemerkungen über diese Hypothesen. 1278. ursprünglicher Flüssigkeitszustand. 1279. LAPLACE'S Gleichgewicht in den Theilen der Erdkruste. 1285. spätere grosse Katastrophe. 1292. Veränderungen der Erdkruste. 1298. Stein- und Felsenbildung. 1299. Versandungen. 1304. Corallenbildung. 1306. Eisfelder und Gletscher. 1308. Bergstürze. 1310. Unveränderlichkeit des Meeresspiegels und Eroberungen des Meeres. 1314. VI. 1587 ff. Verheerungen durch Flüsse. IV. 1324. Temperaturveränderungen der Erde. 1332.

Zus. Zu LAGRANGE'S S. 1244 angegebener Hypothese einer Bildung der Planeten aus kosmischer Masse im Weltraume bekennt sich unter Andern neuerdings auch CACCIATORE[2].

Sehr belehrend sind die ausführlichen und gründlichen Untersuchungen, welche B. STUDER[3] über die möglichen und erwiesenen Veränderungen unsers Erdballs bekannt gemacht hat.

Im Winter 1835 auf 1836 fiel in den Alpen so viel Schnee, dass die Lawinen und Erdfälle ganze Dörfer zerstörten, wo-

---

1 L'Institut. 1836. N. 176.
2 Sulla Origine del Sistema solare etc. Palermo. 1826.
3 Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie. Bern, Chur und Leipzig. 1844.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

durch bloss im Veltlin und Graubündnerthale von Poschiavo 77 Menschen umkamen. Manche Verschüttete wurden auf eine wunderbare Weise gerettet. Die Verwüstung drohte auch Stazzano bei Tirano zu treffen, allein es geshah plötzlich Einhalt. Eine ungeheure Erd- und Steinmasse glitt langsam herab, ohne zu zerbröckeln, und setzte sich im Thale fest; sie trug einen Kastanienwald von 5000 Quadratmetern auf ihrer Oberfläche, welcher wohlbehalten im Thale ankam. Dennoch wurden dabei 4 Getreide- und 2 Stampfmühlen nebst 6 Häusern zerstört, die Pfarrkirche und 30 andere Häuser mit Schutt und Gerölle bedeckt, nnd ausser zerstörtem Hausgeräthe, Wein und Lebensmitteln 200 Pertiche fruchtbaren Ackerlandes mit Schutt bedeckt. Man schrieb diese Unglücksfälle dem Abholzen jener Gegenden zu [1].

Die neptunische Hypothese ist neuerdings vertheidigt durch Joh. Nep. Fuchs [2]. Nach seiner Ansicht sollen sich in einem wässerig-flüssigen Urbrei diejenigen Krystalle gebildet haben, aus denen die Urgebirge bestehen. Es ist gewiss von Nutzen, der neuerdings allgemein in Aufnahme gekommenen plutonischen Theorie gediegene Argumente entgegenzusetzen, damit sie nicht allzuleicht über die immer noch nicht beseitigten Schwierigkeiten wegeile.

Geometrie. Theil der Mathematik. VI. 1465. analytische. 1476.
Geothermometer von Magnus. IX. 980.
Gerbstoff. IX. 1711.
Gerinnung. Coagulation. IV. 1342.
Geruch. Geruchsinn. IV. 1342. Gerüche, Riechstoffe. 1345. metallische. X. 1004.
Geschmack, das Schmecken. IV. 1346. Organ desselben. 1347. ist bei den Menschen am meisten ausgebildet. 1348.
Geschmeidigkeit. S. **Dehnbarkeit.** II. 504.
Geschützkugeln. drehende Bewegung derselben. VIII. 1091.
Geschützkunst. S. **Ballistik.** I. 697.
Geschwindigkeit. absolute, relative und respective. IV. 1350. 1351. verschiedene gemessene. 1351—1353. mit Ausdauer verbundene. 1353. 1344. gleichbleibende und veränderliche. 1354. Anfangs- und Endgeschwindigkeit. 1355. normale eines fallenden Körpers. 1356. Scalen der Geschwindigkeit. 1357. I. 952. Geschwindigkeit der Bewegung. 929. 947. Winkelgeschwindigkeit. IV. 1357. vir-

1 Frankf. Zeit. 1836. N. 112.
2 Ueber die Theorie der Erde. Münch. 1837. 8.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

tuelle. I. 945. IV. 1359. VI. 1491—1496. 1527. 2319. X. 2413. reducirte und resultirende. IV. 1363. allgemeines Mass derselben. I. 951. der Locomotiven. X. 1141.

Zus. Brieftauben flogen von London nach Antwerpen, 60 geogr. Meilen in 5 Stunden 30 Minuten, und GREEN soll im Luftballon zuweilen 30, einmal sogar 32 Stunden in einer Stunde zurückgelegt haben. (Nach öffentlichen Blättern.) Vorzugsweise kommt gegenwärtig die Geschwindigkeit auf Eisenbahnen in Betrachtung. Eine der schnellsten Locomotiven, der Planet, fuhr zur Probe leer von Liverpool nach Manchester 30 engl. Meilen in 45 Minuten. Rechnen wir die engl. Meile zu 1760 Yards, so giebt dieses 55,07 par. Fuss in 1 Secunde. Die Locomotive Schnelheid fuhr zur Probe bei Amsterdam leer 2000 holländische Ellen in 86 Sec., was 49,42 par. Fuss in 1 Sec. beträgt. Hiernach könnten nur 60 par. Fuss als Maximum in 1 Sec. gerechnet werden, und die Locomotiven erreichten nicht die Hälfte der Geschwindigkeit der Brieftauben. Setzt man den Durchmesser des Locomotivenrades = 4 Fuss, also die Peripherie nahe = 12 Fuss, so müsste das Rad 5 Umdrehungen in 1 Sec. machen, um 60 Fuss Geschwindigkeit in 1 Sec. zu erlangen. Dennoch soll BRUNEL (SIR ISAMBERT) nach öffentlichen Blättern von London nach Bristol 117,75 engl. M. in 90 Minuten gefahren seyn, was 108 Fuss in 1 Secunde betragen würde.

Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers. S. **Hydrodynamik.** V. 546.

Geschwindigkeit des elektrischen Stromes. IV. 385. S. **Elektricität.**

Geschwülste, kalte, durch Elektricität heilbar. III. 405.

Gesetz. GAY-LUSSAC's über Ausdehnung der Gase. I. 635. DALTON's desgleichen. 635. Prüfung desselben durch GAY-LUSSAC, FLAUGERGUES, DULONG und PETIT. 640. 641. KEPLER's Gesetze. 676—678. DALTON's über Gasgemenge. 74. 75. 95. 488. II. 400. 404. V. 305. VI. 2004. X. 1025. 1046. 1055. über Elasticität der Dämpfe. II. 354. X. 1025. 1046. 1055. OHM's der elektrischen Leitung. VI. 149. 166. VIII. 23. X. 402. MARIOTTE's. III. 181. IV. 1026. 1028. BOYLE's. 1026—1033. V. 283. X. 1057. 2133. Gesetz der Ruhe. S. **Mechanik.** VI. 1496. der grossen Zahlen. X. 1204. 1212. NEWTON's der Attraction. 1443. 1501. und des Widerstandes der Flüssigkeiten. 1724. 1781. 1796. 1810. 1811. 1848. Gesetz der Abkühlung. X. 433. NEWTON's. 434. 461. RICHMANN's. 445. RUMFORD's. 695. RICHMANN's der Mischungen. 668. 839. RUMFORD's der specifischen Wärmecapacitäten. 702. 761. 781. DULONG's über das Verhältniss der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Atomgewichte zu den Wärmecapacitäten. 763. 781. 793. 805 ff. BACO's der Winddrehungen. 2005. GRAHAM's der Diffusion. S. **Diffusion.**

Gesicht. das Sehen. IV. 1364. ältere Vorstellungen. 1365. PORTA's und KEPLER's Theorie. 1366. Dimensionen des menschlichen Auges. 1367. und darauf gegründete Theorie das Sehens. 1368. Gegner dieser Theorie: MARIOTTE wegen unempfindlicher Stelle der Retina. 1369. PLAGGE. 1372. CAMPBELL. 1373. LEHOT. 1375. schwarzes Pigment und Abweichung wegen der Kugelgestalt. 1377. Farbenzerstreuung und Achromatismus des Auges. 1378. Weite des deutlichen Sehens. 1381. Zerstreuungskreise. 1382. Sehen unter Wasser. 1383. Messung der Gesichtsweite durch das Optometer. 1387. Adjüstirung des Auges für verschiedene Entfernungen. 1387. nach KEPLER. 1388. MOLINET. 1390. OLBERS. 1391. LA HIRE. 1393. BREWSTER. 1395. Gesichtsfehler; der Staar. 1397. Weitsichtigkeit. 1398. Kurzsichtigkeit. 1399. Brillen. 1403. deren Erfindung. 1413. Conservativ- oder Präservativbrillen. 1403. Staubbrillen. 1404. Berechnung ihrer Form. 1404. Lesegläser. 1407. periskopische. 1409. ungleiche Gesichtsweite der Augen. 1407. Kunstauge. 1411. Nachtblindheit. 1414. Tagblindheit. 1415. Schneeblindheit. 1417. Schielen. 1417. Schiefsehen. 1419. Halbsehen. 1419. undeutliches Sehen. 1420. Falschsehen; Muschen. 1421. Achrupsie. 1423. Chrupsie. 1428. Doppeltsehen. 1429. Sehen der von leuchtenden Gegenständen ausfahrenden Strahlen. 1431. Gesichtswinkel. 1434. 1441. Gesichtsfeld des Auges. 1435. Schärfe des Gesichts. 1439. scheinbare Grösse der gesehenen Gegenstände. 1442. scheinbare Entfernung. 1444. der optische. 1447. und scheinbare Ort. 1448. Augenmass. 1451. Augentäuschungen. 1452. scheinbare Grösse der Sonne und des Mondes beim Auf- und Untergange. 1452. Dauer des Lichteindrucks. 1456. Thaumatrop. 1459. Nachempfinden des Gesehenen. 1461. Vervielfältigung der gesehenen Gegenstände. 1463. Operationen Blindgeborner. 1466. Urtheil über Grösse, Gestalt und Entfernung der Gegenstände. 1469. Geradesehen bei verkehrtem Bilde im Auge. 1469. Einfachsehen mit zwei Augen. 1471—1486. Horopter. 1472. danach bestimmbare doppelte Bilder des einen von zwei gleichzeitig gesehenen Gegenständen. 1472—1474. Hypothesen zur Erklärung. 1477. Halbdurchkreuzung und Durchkreuzung des optischen Nervs. 1481. Nachträge. S. Art. **Sehen.**

Zus. Ueber die Erfindung der Brillen handelt E. WILDE[1]. Es ist indess daraus nichts hinzuzusetzen, als dass die Brillen in einem Werke[2] des BERNHARD GORDON, welcher 1305 starb, erwähnt werden.

Die Nachtblindheit zeigte sich einst epidemisch bei einem In-

---

1 Geschichte der Optik. Berl. 1838. Bd. I. S. 96.

2 Lilium medicinae. Lugd. 1491. p. 140.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

fanterieregimente in Ostflorida[1]. Die Schneeblindheit trifft man nicht selten am oberen Mississippi als Folge der dortigen ausgedehnten Schneeflächen. Die Einwohner schützen sich dagegen durch ein Bretchen mit einem kleinen eingebrannten Loch[2].

Eine Theilung der Nervenfasern im Chiasma konnten weder VOLKMANN noch TREVIRANUS finden, auch MÜLLER[3] nicht, und man muss daher nach seiner Ansicht bei dem Factum stehen bleiben, dass die Sehnervenwurzel einer Seite sich am Chiasma in zwei Theile theilt, wovon der innere Theil kreuzt, der äussere an derselben Seite fortgeht. Beim Pferde zeigt sich dieses Verhalten am deutlichsten. Vergl. **Sehen.**

Gesichtsbetrug. IV. 1448. 1452.
Gesichtsfehler. IV. 1414.
Gesichtsfeld. IV. 168. für das Auge. 1435. in Beziehung auf Fernröhre. 1485. IX. 154.
Gesichtskreis. S. **Horizont.** V. 515.
Gesichtsschärfe. IV. 1439.
Gesichtswinkel. optischer Winkel. IV. 1439. 1441.
Gesichtswinkelmesser VOLKMANN'S. S. **Sehen.**
Gestirne. IV. 1486. heliocentrische und geocentrische Breite derselben. I. 1204. Aufgang und Untergang. 516. 520. Vergl. **Fixstern.** IV. 322. und **Sternbilder.** VIII. 985.
Getriebe. S. **Rad.** VII. 1147. Vergl. IX. 1122.
Geviertschein. I. 402.
Gewerbe. der Gesundheit nachtheilige. I. 483.
Gewicht. IV. 1487. Unterschied zwischen Schwere und Gewicht. 1488. relatives oder respectives. 1489. III. 67. specifisches oder Eigengewicht. IV. 1490. reines Wasser im Puncte grösster Dichtigkeit ist Einheit. 1491. specifisches der Gase, namentlich der Luft. 1493. VI. 1201. Methode, dasselbe zu finden. IV. 1494—1504. der Gase. 1505. Tabelle darüber. 1506—1508. absolutes der Luft. 1509—1512. VI. 1199. der Gase. IV. 1513—1516. des Sauerstoffgases und Stickgases s. **Atmosphäre.** specifisches der tropfbaren Flüssigkeiten. 1516. Methode, dasselbe zu finden. 1517—1534. mittelst der Aräometer. 1517. der Gravimeter. 1518. des Homberg'schen Aräometers. 1522. der hydrostatischen Waage. 1531. Tabelle der spec. Gewichte der Flüssigkeiten. 1535. 1536. spec. Gewicht des Quecksilbers. 1527—1530. der festen Körper. 1536. Methode der Bestimmung. 1536—1546. der Pulver. 1546—1548. zu vermei-

---

1 Dr. BURDEN in Amer. Med. Review and Journ. Daraus in GERSON Magaz. d. ausländ. Literatur d. gesammten Heilkunde. 1827. S. 318.
2 The Courrier 1830. Febr. 11.
3 Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. Abth. II. S. 380.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dende Fehler. 1549—1552. Tabelle der spec. Gewichte fester Körper. 1553—1559. spec. Gewicht der Holzarten. VIII. 681. spec. Gewicht der Mischungen und gemengten Körper. IV. 1559. Archimedeisches Problem. 1560. Mengungsverhältniss des Zinnbleis. 1563. der Glockenspeise. 1565. des verdünnten Alkohols. 1566. verdünnter Säuren. 1571. der Salzlösungen. 1572. der Menschen. 1577. S. **Schwimmen.** VIII. 703.

Zus. Statt der in der Tabelle angegebenen Grössen fanden Boussingault und Dumas das spec. Gewicht des Sauerstoffgases = 1,10570 und des Stickgases = 0,97200[1]. Auf welche Weise die in der Luft oder in tropfbaren Flüssigkeiten angestellten Wägungen auf den leeren Raum zu reduciren sind, hat Bessel[2] gezeigt, und zugleich eine Tafel der hierzu erforderlichen Logarithmen berechnet. Neuere Bestimmungen der specifischen Gewichte einfacher und zusammengesetzter Körper sind von Karsten[3] bekannt gemacht. Für feste Körper bediente er sich einer Pistor'schen Waage, für pulverförmige des Stereometers. Da die gefundenen Werthe im Allgemeinen für genau gelten müssen, ausgenommen die mit dem Stereometer erhaltenen, ausserdem manche Bestimmungen in der Tabelle (Bd. IV. S. 1553) ganz fehlen, so nehme ich diese und diejenigen hier auf, welche von den angegebenen in der zweiten Decimalstelle abweichen.

Körper.	sp. Gw.	Körper.	sp. Gw.
Antimonige Säure . .	6,695	Brom-Kali	1,620
Arsenige Säure . . .	3,720	„ -Silber	5,128
Arsenik	5,628	Chlor-Blei	3,900
Arseniksäure	3,734	„ -Kalium	1,031
Blei	11,389	„ -Natrium	1,160
Bleiglanz	7,084	„ -Silber	3,880
Bleioxyd	9,209	Iod-Blei	6,556
„ kohlensaures	6,729	„ -Kalium	2,398
„ Hyperoxyd .	8,933	„ -Silber	6,539
Brom-Blei	5,194	Kadmiumoxyd	6,950

1 Compt. rend. T. XII. p. 1005. Poggendorff Ann. Bd. LIII. S. 398.
2 Schumacher astronom. Nachrichten. Bd. VII. N. 163.
3 Schweigger's Journ. Bd. LXV. S. 394.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Körper.	sp. Gw.	Körper.	sp. Gw.
Kalomel	5,710	Schwefel-Silber . . .	6,809
Kupfer-Chlorür . . .	2,920	„ -Zinn im Min.	4,700
„ -Oxyd	6,430	„ „ „ Max.	3,886
Mennige	8,620	„ -Wismuth . .	5,800
Quecksilber-Bromür .	6,882	Sublimat	4,003
„ -Iodür . .	8,144	Titan	5,280
„ -Iodid . .	6,907	„ -Oxyd	3,931
„ -Oxyd . .	12,191	Wismuthoxyd	8,174
Schwefel-Antimon . .	4,142	Wolfram-Oxyd	12,111
„ -Kupfer im		„ -Säure . . .	7,140
Minim.	5,210	Zink	6,915
„ „ im Max.	5,030	Zinnoxyd	5,734

Gewicht. S. **Mechanik.** VI. 1511.

Gewicht einzelner aus Beobachtungen gefundener Bestimmungen. S. **Wahrscheinlichkeit.** X. 1220.

Gewichttheile. sehr feine zu verfertigen. S. **Waage.** X. 7.

Gewitter. Einfluss auf die Magnetnadel. I. 162. allgemeine Untersuchungen. IV. 1581. Gewitterwolken. 1589. Häufigkeit nach den Jahreszeiten. 1583—1587. Wintergewitter. 1588. Richtung und Zug der Gewitterwolken. 1589. periodische Wiederkehr der Gewitter. 1593. Ausbreitung derselben. 1596. Verbreitung. 1597. theoretische Betrachtungen. 1598. Einfluss auf Luftelektricität. VI. 489.

Zus. Nach einigen Nachrichten von MATTEUCCI wird es wahrscheinlich, dass starke Gewitter, namentlich mit Hagel, durch grosse Feuer und Hohöfen vertrieben werden[1].

Ghaluah. Arabisches Mass. VI. 1241.

Glanz oder erleuchtende Kraft der Körper. III. 1145. Vergl. **Albedo** und **Weisse.** II. 643 ff.

Glas und Verglasungen im Allgemeinen. IV. 1601. Glas ist glühend nicht zusammendrückbar. II. 213. III. 172. 177. dessen elektrisches Leitungsvermögen. VI. 185. S. **Leiter.** lässt sich durch Benetzen mit Terpentinöl bohren. 1014. Farben in demselben durch polarisirtes Licht. VII. 811. Verminderung seiner Sprödigkeit. VIII. 978. Ausdehnung desselben. I. 585. X. 889. S. **Ausdehnung.** Natronglas s. **Natrium.** VII. 11.

Glaselektricität. S. **Elektricität.** III. 241.

Glasfäden. Feinheit derselben und Bereitungsart. II. 511. III. 173. die spröden. 176.

1 Compt. rend. T. IX. p. 605. Poggendorff Ann. Bd. XLIX. S. 239.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Glasfeuchtigkeit des Auges. I. 549.
Glasharmonica. S. **Harmonica.** V. 97.
Glashaut im Auge. I. 549.
Glasmikrometer. S. **Mikroskop.** VI. 2259.
Glasstangen-Pendel. S. **Pendel.** VII. 392.
Glasthränen, Glastropfen. deren Sprödigkeit. III. 174. 175.
Glastrompeten beweisen Elasticität des Glases. III. 173.
Glatteis. IV. 1601.
Gleicher. Aequator. I. 211. 214. III. 839.
Gleichgewicht, stabiles (équilibre stable). I. 125. III. 215. IV. 510. 511. 1603. VI. 1441. Gesetz desselben am Hebel. V. 106. bei tropfbarer Flüssigkeit. 576. verschiedener Flüssigkeiten unter einander. 585. in Flüssigkeiten eingesenkter Körper. 586. schwimmender Körper. VIII. 691. Mittelpunct des Gleichgewichts. VI. 2296. Gleichgewicht der Kräfte. X. 2229. elektrisches. III. 310. IV. 1602.
Gleichung. deren Auflösung durch Näherung. IX. 1593.
Gleichung des Mittelpunctes. IV. 1604.
Gleichung der Zeit. IV. 1604.
Gletscher. deren Entstehen. III. 123. Vorrücken. 135. 139. Bewegung. 136. Verheerungen durch sie. IV. 1308.

Zus. Neuerdings sind ausnehmend viele Untersuchungen über die Entstehung und Veränderung der Gletscher bekannt geworden, hauptsächlich veranlasst durch den Streit zwischen Agassiz und Schimper, der sich namentlich auch auf die Priorität der Hypothese einer früher über die ganze Erde sich ausdehnenden temporären Eiszeit bezieht, wodurch Gletscher an vielen Orten entstanden seyn sollen, wo sie gegenwärtig nicht existiren können; eine mit physikalischen Gesetzen ganz unvereinbare Ansicht. Die werthvollsten Beiträge zur richtigen Kenntniss der Thatsachen sind von Venetz, Charpentier und Forbes; es wird aber hier genügen, nur die wichtigsten Abhandlungen anzugeben, die v. Horner damals nicht kennen konnte[1].

---

1 Mémoire sur la variation de la température dans les Alpes de la Suisse par M. Venetz. 1833. Notice sur la cause probable du transport des blocs erratiques de la Suisse par M. J. de Charpentier. Par. 1835. Discours prononcé à l'ouverture des séances de la société Helvétique des sciences naturelles à Neufchatel le 24 Jul. 1837 par L. Agassiz. 1837. 8. Études sur les glaciers par L. Agassiz. Neufch. 1840. 8. Théorie des glaciers de la Savoie. Par M. le Chanoine Rendu. Chambéry 1840. 8. Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhone par Jean de Charpentier. Laus. 1841. 8. Die auf eigenen anhaltenden Beobachtungen beruhenden Angaben von Forbes findet man in Ann. de Chim. et Phys. 3me Sér. T. VI. Oct. u. Nov. und in Edinburgh Philos.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Beachtung verdient ausserdem eine Abhandlung über die Gletscher von PETER MERIAN[1]. Es findet sich darin zuerst eine geschichtliche Nachweisung, wenn und von welchen Gelehrten früher über die Gletscher gehandelt wurde. Die ersten Nachrichten von ihnen giebt JOSIAS SIMLER[2] und RUDOLPH REBMANN[3], aus welchem Letztern MATTHÄUS MERIAN[4] seine Beschreibung des unteren Grindelwaldgletschers fast wörtlich entlehnt. In wissenschaftlicher Hinsicht gehaltreicher ist J. HEINR. HOTTINGER'S[5] Beschreibung, welcher J. J. SCHEUCHZER in seiner vierten, 1723 gedruckten, Alpenreise wenig neues hinzugefügt. JOH. GEORG ALTMANN[6] meint, die Gletscher ruhten auf einzelnen Säulen und ihr Fortrücken sey Folge ihres von oben gegebenen Drucks. Hieran schliessen sich dann die bereits erwähnten Werke von GRUNER, HUHN und DE SAUSSURE.

Gleukometer. I. 395.
Gliadin. IX. 1718.
Glimmerschiefer. III. 1082. kohlenblendehaltiger. 1085.
Globus. coelestis. S. **Himmelskugel.** V. 262. und **Sterncharten.** VIII. 1013. terrestris. V. 262.
Glocke. Tönen derselben. VIII. 261.
Glockenspeise. deren Elasticität. III. 193. Mengungsverhältniss aus dem spec. Gewicht zu finden. IV. 1563.
Glockenspiel, elektrisches. IV. 1605.
Glorie. Lichtschein um den Kopf eines Beobachters. S. **Hof.** V. 439. Zus. s. **Hof.**
Glühlämpchen. VI. 72. elektrische Leitung desselben. VI. 209. 229. Nachtrag. X. 277. 283.
Glycerin. IX. 1707. 1712.
Glycium. IV. 1606.
Glycyrrhizin. IX. 1712.
Gneis. Felsart. III. 1087.
Gnomon. II. 251. IV. 1607. Vergl. **Mittag.** VI. 2292.

Journ. 1841 ff., hauptsächlich in dessen Travels through the Alps of Savoy and other parts of the Pennine Chain u. s. w. Edinburgh, 1843. 8.

1 Bericht über die Verhandl. der naturf. Ges. zu Basel. N. V. 1843. S. 111.

2 Vallesiae et Alpium descriptio. 1574.

3 Naturae magnalia. 1605.

4 Helvetische Topographie. 1642.

5 Ephem. Nat. Curios. 1706.

6 Versuch einer historischen und physischen Beschreibung der helvetischen Eisberge. 1751.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gnomonik. IV. 1609. VIII. 887.
Gobi oder **Kobi.** Wüste. III. 1130.
Göpel. VII. 1141.
Gold. Dehnbarkeit desselben. II. 506. dessen Beschaffenheit und Verbindungen. IV. 1610.
Goldblattelektrometer BENNET's. S. **Elektrometer.** III. 654.
Golddraht, sogenannter. II. 507.
Goldpurpur des CASSIUS. IV. 1611.
Goldschlägerhaut zu Aërostaten. I. 243.
Goldwäsche. Theorie. VIII. 1103.
Golph der Damen oder der Frauen. X. 1896. 2080.
Golphstrom. S. **Meer.** VI. 1760.
Gomphometer. S. **Keil.** V. 855.
Gong-Gong. Chinesisches Instrument. III. 216. V. 30. VIII. 250. dessen Zusammensetzung und Verfertigung. IV. 1612.
Goniometer. Anlege-Goniometer. V. 1026. Reflexionsgoniometer. 1027. zugleich repetirend. 1030. sonstige Vorschläge. 1034.

Zus. Genaue, durch Figuren erläuterte, Beschreibungen der neuerdings erfundenen sehr brauchbaren Goniometer giebt BECQUEREL [1].

Governor. S. **Dampfmaschine.** II. 471. und **Pendel.** VII. 404. und **Regulator.** VII. 1362.
Grad. Theil des Kreises nach nonagesimaler und centesimaler Eintheilung. IV. 1613.
Gradirwaage. I. 352.
Gradmessungen. der Breitengrade. III. 843. der Längengrade. 876.
Gramm. Griechisches Gewicht. VI. 1246. französisches. 1272.
Granit. III. 1077. Granitblöcke, einzeln zerstreute. 1078. Uebergangsgranit. 1086.

Zus. Neuerdings will man gefunden haben, dass es Granite von verschiedenem Alter, und namentlich solche giebt, die später gehoben sind [2].

Granulit. Felsart. III. 1083.
Graphit oder Reissblei. III. 162. V. 907. dessen elektrisches Leitungsvermögen. VI. 172.
Graupeln und Graupelschauer. S. **Hagel.** V. 39—42.
Grauspiessglanzerz. I. 299. 301.
Grauwacke. Felsart. III. 1084. 1085.
Gravimeter. I. 380. IV. 1518.

---

1 Traité de Physique etc. T. I. p. 268.

2 Ueber das Ganze s. VON LEONHARD Grundzüge der Geologie und Geognosie. 3te Aufl. Heidelb. 1839. S. 351—354.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Gravitation. I. 323. 344. 347. deren nähere Entwickelung. IV. 1614. Newton's Gravitationsgesetz. 1615—1618. ob überall der Masse proportional, ist noch zweifelhaft. 1619. Ursache derselben nach Le Sage. 1620. allgemeine Lehrsätze, die daraus folgen. 1621—1646. in Beziehung auf den Fall des Mondes gegen die Erde. 1621. eines vom Monde gegen die Erde geworfenen Körpers. 1623. Bewegung eines durch zwei Körper angezogenen Körpers. 1624. Einfluss der Gestalt eines anziehenden Körpers. 1630. Anziehung eines Ellipsoids. 1632. Vergl. **Schwere.** VIII. 591. 592. Wesen der Schwere. 624 ff.

Greensand. III. 1091.

Grobkalk. Gebirgsart. III. 1092.

Grönland. jetziges Sinken desselben. VI. 1604.

Grösse. scheinbare beim Sehen der Gegenstände. S. **Gesicht.** IV. 1442. 1446. der Sonne und des Mondes beim Auf- und Untergange. 1452. V. 260.

Grössenlehre. Theil der Mathematik. VI. 1473.

Grotte. S. **Höhle.** V. 398.

Grünstein. Felsart. III. 1083—1085.

Grund. Leibnitz's Satz vom zureichenden Grunde. V. 108.

Grundeis. S. **Eis.** III. 127. X. 952.

Zus. Ueber die Bildung des Grundeises hat Mohr in Coblenz interessante Erfahrungen am Rhein gemacht, die für die Erklärung dieses, immer noch räthselhaften, Phänomens Beachtung verdienen. Wenn die Bildung des Grundeises beginnt, so wird das Wasser so klar, dass man in 8 Fuss Tiefe Gegenstände noch deutlich erkennt, es können also nicht wohl Eisnadeln darin schwimmen. Die im tiefen Flussbette versenkten Ketten der Schiffbrücke, die nach dem Eisgange an der Suchkette wieder aufgezogen werden, überziehen sich dick mit Grundeis, so dass einst ein Anker sammt der Kette dadurch gehoben wurde, die Ketten selbst heben sich häufig in grösserer Menge. Als im Jahre 1830 die Joche der Schiffbrücke wegen niederen Wasserstandes nicht in den Sicherheitshafen gebracht werden konnten und im Flusse liegen bleiben mussten, hatte sich im Frühjahr an ihnen eine 5 rhein. Fuss dicke Eisdecke gebildet, die erst nach eingetretener Wärme losliess. Da die Schiffe 18 Zoll Tiefgang haben, so enstand das Grundeis bis 6,5 Fuss Tiefe unter dem Wasserspiegel [1]. Das letzte Factum lässt sich daraus erklären, dass die mit dem Innern der Kähne in Berührung befindliche sehr kalte Luft den Wandungen der Kähne

1 Poggendorff Ann. Bd. XLIII. S. 527.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Wärme entzog, so dass sich zunehmend mehr Eis von aussen ansetzte und wegen der anhaltenden strengen Kälte die angegebene Dicke erreichte. Man könnte hiernach aber schliessen, dass überhaupt bei der Bildung des Grundeises die Gegenstände, an denen es entsteht, unter die Temperatur des umgebenden Wassers herabgehen, wonach der Process mit dem des Thauens Aehnlichkeit haben würde.

Grundkräfte. II. 711. VI. 1432. chemische. III. 369.
Grundlage, so viel als Base; salzfähige, säurefähige, wägbare. IV. 1649. 1650.
Grundton. VIII. 331.
Grundwasser. S. **Quelle.** VII. 1034.
Gryphitenkalk. Felsart. III. 1089. 1090.
Guanchen-Mumie. ein Haar derselben gab ein Hygrometer. V. 633.
Guaranin. IX. 1716.
Gürtel, Zinnischer. I. 544.
Gusseisen. III. 157. 161. Elasticität desselben. 192. dessen Verhalten. 204.
Gussstahl. S. **Eisen.** III. 160.
Gymnotus. elektrischer Flussfisch. IV. 275. 278.
Gyps. absorbirt Gase. I. 107. Felsart. III. 1085.
Gyrotrop. Apparat zur Umkehrung des elektrischen Stromes. VI. 1181. 1183. Vergl. **Commutator.**

H.

Hachemica. Aegyptisches Mass. VI. 1235.
Hämatin. IX. 1711.
Hämitropieen. S. **Krystall.** V. 1305.
Hämmer, tönende des PYTHAGORAS. VIII. 201.
Hängebrücke. V. 1. älteste Construction derselben in America und China. 1—3. England. 4. 5. allgemeine Bemerkungen. 11. Tragpfeiler derselben. 15. Vergleichung der eigentlichen Kettenbrücken und Drahtbrücken. 17.

Zus. Eine ausführliche Abhandlung über Kettenbrücken und Drahtbrücken, hauptsächlich die in Grossbritannien hergestellten, hat ADAM BURG bekannt gemacht[1]. Interessant ist, dass die von DUFOUR im Jahr 1822 und 1823 zu Genf erbaute Drahtbrücke nach 20 Jahren, als der Staat sie übernahm, genau nachgesehen und abermals auf ihre Tragkraft probirt wurde.

1 Jahrb. des Wiener polyt. Instit. Bd. V. S. 288.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf