



## ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE DER ANGEWANDTEN NATURWISSENSCHAFTEN

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

herausgegeben von

**DR. OTTO N. WITT.**

Preis vierteljährlich  
3 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin.  
Dessauerstrasse 13.

N<sup>o</sup> 64.

Alle Rechte vorbehalten.

Jahrg. II. 12. 1890.

### Die Erscheinung der Symbiose insbesondere zwischen Pflanzen.

Von N. Freiherrn von Thümen in Jena.

Eine der merkwürdigsten und interessantesten Entdeckungen auf naturwissenschaftlichem Gebiete ist sicherlich jene des eigenthümlichen genossenschaftlichen Verhältnisses zweier Organismen, welches man mit der Bezeichnung Symbiose belegt hat, und zwar war es der bekannte Botaniker De Bary, welcher als Erster diesen Ausdruck für das Zusammenleben mehrerer, gewöhnlich zweier Wesen verschiedener Art zum Zwecke wechselseitiger Förderung in den Existenzbedingungen anwandte. Die Symbiose ist etwas wesentlich anderes, als der Parasitismus; auch bei diesem findet ein Zusammenleben zwischen verschiedenartigen Geschöpfen statt, dasselbe führt aber keineswegs zum beiderseitigen Vortheil, sondern der Wirth trägt allein den Schaden, während der Schmarotzer ohne Leistung eines Gegendienstes nur Nutzen aus der Verbindung zieht. Bei der Symbiose liegt der Vortheil auf beiden Seiten, jeder der Contrahenten unterstützt den andern in seinen Lebensfunctionen, so dass beide zusammen besser gedeihen, als jeder für sich allein. Dieses Verhältniss können wir nicht als eine von Anfang

an bestehende Erscheinung betrachten, wir müssen uns vielmehr vorstellen, dass dieselbe sich erst nach und nach herausgebildet hat, dass sich die beteiligten Organismen allmählig im Laufe der Jahrtausende in einander eingewöhnt, ihre Lebens- und Ernährungsfunktionen dem Charakter des Genossen entsprechend eingerichtet und modificirt haben, so dass wir die Symbiose als eine complicirte Anpassungsercheinung auffassen können.

Wie es eigentlich nirgends in der Natur scharfe Grenzen giebt, sondern überall vermittelnde Uebergänge bestehen, so ist dies auch zwischen den in ihren äusserlichen Merkmalen so ähnlichen, ihrem wahren Wesen nach aber so verschiedenen Erscheinungen, wie Symbiose und Parasitismus, der Fall. Wir meinen das von J. von Beneden als Mutualismus bezeichnete Verhältniss, bei welchem auch der Wirth aus dem Zusammenleben mit seinem Bewohner gewisse Vortheile zieht, ein gegenseitiges Ineinanderleben und Anpassen, wie wir dies beim symbiotischen Verhältnisse beobachten, aber nicht stattgefunden hat.

Die symbiotischen Erscheinungen sind sehr mannigfacher, vielseitiger Natur, wir können sie jedoch mit Leichtigkeit in drei Gruppen unterbringen, nämlich:

- 1) Symbiose zwischen Thieren unter sich,



- 2) genossenschaftliches Zusammenleben zwischen Pflanzen unter sich, und
- 3) Vereinigung von Pflanze und Thier zu gegenseitigem Nutzen und Frommen.

Die Symbiose zwischen verschiedenen Thieren ist am längsten bekannt und schon von den Alten beobachtet worden. Das bekannteste Beispiel dafür ist wohl das Bündniss zwischen dem Einsiedlerkrebs und den Seerosen oder Actinien, die sich auf den, ersteren zur Wohnung dienenden Schneckenhäusern ansiedeln und mit ihren gefürchteten Nesselorganen den Krebs gegen seine Feinde schützen, wofür sich dieser wieder erkenntlich erweist und seine Bundesgenossen auf günstig gelegene Beuteplätze führt. Besonders ausgeprägt ist dieses Zusammenleben bei einem in den tieferen Theilen des Mittelmeeres lebenden Einsiedlerkrebs, welcher die ihm befreundete Mantelactinie, wenn er sein bisheriges Wohnhaus verlassen muss, mit den Scheeren von demselben abhebt und auf ein andres leeres Schneckengehäuse, das er sich zum neuen Wohnsitz auserkoren, überträgt. Auch unter den landbewohnenden Thieren finden sich zahlreiche Fälle eines genossenschaftlichen Zusammenlebens, namentlich zwischen den kriegerischen, kampfeslustigen Ameisen und anderen Insekten, wir wollen uns hier aber nicht mit diesem gewiss interessanten Schutz- und Trutzbündniss zwischen Thieren unter sich beschäftigen, da sonst die Abhandlung einen zu grossen Umfang erreichen würde, sondern hauptsächlich die Symbiose zwischen Pflanzen unter sich und, daran anschliessend, jene zwischen Pflanzen und Thieren einer allgemein verständlichen Schilderung unterziehen. So viel des Wunderbaren, Räthselhaften wird uns dabei begegnen, dass wir staunen werden über die Zweckmässigkeit und Grossartigkeit der Natureinrichtungen, die uns oft in kleinster, unscheinbarster Gestalt so überraschend entgegentritt, wir werden für viele Erscheinungen im Naturleben, die manchem der geehrten Leser vielleicht bisher räthselhaft geblieben sind, eine Erklärung finden und auch erkennen, wie oft scheinbar ganz unbedeutende Dinge von enormer Tragweite für uns Menschen und die Allgemeinheit sind.

Die Pflanzensymbiose ist erst seit verhältnissmässig kurzer Zeit dem dunkeln Schoosse ihrer bisherigen Unbekanntheit entrissen worden: vor etwa zwei Decennien wusste man noch nichts von ihrem Dasein. Drei Männer sind es insbesondere, deren Namen mit der zum Theil für die Bodencultur unendlich wichtigen Entdeckung des genossenschaftlichen Verhältnisses zwischen pflanzlichen Organismen eng verknüpft sind: wir meinen De Bary, Schwendener und Frank.

Die Forschungen De Bary's und Schwendener's erstrecken sich namentlich auf die Flechten, *Lichenes*, welche man bis vor zwei

Jahrzehnten noch für einfache Pflanzen hielt. Die Flechten sind wohl jedermann bekannte Gebilde, welche sich über die ganze Erde vom Meeresstrande bis zu den höchsten, vom Menschen erstiegenen Hochgebirgsgipfeln, von der arktischen Zone bis in die glühenden Tropen ausbreiten. Wo im hohen Norden und an der Grenze ewigen Schnees jedes weitere pflanzliche Leben erstirbt, da findet man noch die Flechten, welche sich überhaupt durch äusserste Anspruchslosigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen allerhand Unbilden auszeichnen. Die meisten derselben schlagen ihren Wohnsitz am Liebsten an freien, dem Wind und Wetter exponirten Orten auf, und selbst die grösste Dürre schädigt sie nicht in ihrem Dasein. Wenn sie nach langanhaltender Trockenheit vollständig erstarrt sind und todt erscheinen, dann genügt ein leichter Regen, um sie sofort wieder zu neuem Leben wachzurufen. Höchst mannigfacher Natur ist das von ihnen bewohnte Substrat: viele Flechten wachsen überall, wohin sie nur vom Zufall verschlagen werden, andere nur an der Rinde von Baumstämmen, manche auf nackter Erde, und viele hausen auf dem blossen Gestein; die meisten von ihnen kann man auch in eine der drei Gruppen: Erd-, Baum- und Steinflechten unterbringen.

Entsprechend dem ungeheuren Verbreitungsbezirke der Flechten ist auch ihr Artenreichtum ein sehr grosser und erreicht die Zahl von fast anderthalb Tausenden. Ihrer äusseren Gestaltung nach zerfallen die Lichenen in mehrere Gruppen: Die Krustenflechten bilden eine dem Substrat fest anhängende, dasselbe mehr oder weniger dicht überziehende Kruste, welche sich ohne Zerstörung ihres Gewebes nicht von der Unterlage loslösen lässt. An diese schliesst sich eine zweite Gruppe, die der Laubflechten an, welche blattartig flach und dünn sind, der Unterlage zwar aufliegen, aber mit ihr nur durch wurzelartige Fransen verbunden sind, so dass es ohne Schwierigkeit gelingt, sie abzutrennen. Des Weiteren haben wir die Strauchflechten, deren Körper sich in Gestalt eines Strauches vom Boden erhebt, aus vielfach verzweigten, cylindrischen, röhrenförmigen, bandartigen Stämmchen besteht, welche nur mit einer kleinen Ansatzstelle dem Substrate angewachsen erscheinen. Diesen ähnlich, sich nur in entgegengesetzter Richtung aufbauend sind die Bartflechten, welche von der Borke alter Baumstämme in Form oft mächtiger, vielfach verzweigter Bärte herabhängen, und die fünfte Gruppe endlich wird von den sogenannten Gallertflechten gebildet, welche gallertartige dunkle, Häufchen, Bänder oder Polster darstellen.

Wenn wir nun fragen, was denn die Flechten eigentlich für Wesen sind, so erfahren wir, dass sie nicht, wie man früher annahm, selbst-



ständige, einfache Pflanzen, sondern eigenthümliche Doppelorganismen vorstellen, welche sich zu einem gegenseitigen Schutz- und Trutzbündniss vereinigt haben. Sie bestehen aus Pilzen und einzelligen Algen, welche, innig mit einander verschmolzen, den eigentlichen Körper der Flechte, den sogenannten Thallus bilden; die fadenartigen, chlorophyllfreien Pilzhypen, welche zugleich Fructifications-Organen von der Art der Pyreno- und Discomyceten hervorbringen, umstricken die einzelligen chlorophyllhaltigen Algen-Individuen vollständig, hüllen sie in einen dichten Mantel ein, und beide in ihrem Ursprung und Wesen so verschiedenen Elemente wachsen gemeinsam zu gesetzmässigen, für die einzelnen Flechtenspecies charakteristischen Formen aus.

In den Flechtencolonien haben wir ein charakteristisches Beispiel physiologischer Arbeitheilung zwischen den Pilzhypen und den Algenzellen, denn trotz des parasitären Charakters der hierbei beteiligten Pilze ziehen doch auch die Algen aus der Genossenschaft mit ihnen grosse Vortheile. Die Pilze bilden bekanntlich in Gemeinschaft mit einigen anderen chlorophylllosen Pflanzen von den übrigen Gewächsen eine Ausnahme, als sie in ihrem Stoffwechsel den Thieren gleichen; sie sind infolge ihres Mangels an Blattgrün nicht im Stande, aus unorganischen Stoffen organische Substanz zu erzeugen, sondern bedürfen zu ihrem Gedeihen bereits vorgebildeter, organischer Nahrung. Diese organische Nahrung erhalten die Pilze der Flechtencolonien nur von ihren Genossenschaftern, den Algen, welche vermöge des in ihnen enthaltenen Chlorophylls unorganische Stoffe in organische Verbindungen umwandeln, und den Ueberschuss an letzteren den Pilzen zur Verfügung stellen. Dafür erhalten sie von ihren Freunden immer neue Kohlensäure, welche jene aus der empfangenen organischen Nahrung herstellen und die von den Algen immer wieder von neuem zu pflanzlicher Substanz umgearbeitet wird; ausserdem liefert der Pilzhypenmantel den Algenzellen aber auch eine gewisse Feuchtigkeitsmenge, welche für deren Gedeihen erforderlich ist. Durch dieses Zusammenleben und gegenseitige Unterstützen werden erst beide Theile in die Lage versetzt, an den gewöhnlichen Wohnorten der Flechten zu existiren; der Alge allein wäre es auf dem sturmunwehten Felsen zu trocken, sie erhält die nöthige Feuchtigkeit erst vom Pilze; dieser wieder fände auf der nackten Oberfläche eines Steines keine Nahrung, hierin kommt ihm aber die Alge zu Hülfe.

So hat sich aus der Vereinigung zweier so verschiedener Pflanzen ein complicirter, aber einseitlich wirkender Organismus entwickelt, welcher an Anspruchslosigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen lebensfeindliche Einflüsse alle

anderen Wesen weit überragt. Und dies ist von hoher Bedeutung für den Haushalt der Natur, welche die Flechte als ersten Pionnier des Pflanzenlebens in felsige Einöden und steinige Schluchten aussendet, damit sie den Boden allmählig vorbereite für höheres organisches Leben. Durch den chemischen und mechanischen Einfluss des ersten Colonisten findet nach und nach eine Anfangs nur oberflächliche, jedoch immer tiefer greifende Verwitterung und Zermürbung des Gesteins statt, die mineralischen Theilchen erhalten in den Resten abgestorbener Flechtengenerationen auch organische Beimengungen, bald können sich auf der so vorbereiteten Unterlage nebst grösseren Flechten auch Moose und Algen festsetzen. Nach Jahrhunderten oder Jahrtausenden hat der einstmalis nackte Felsen durch den immerwährend sich geltend machenden Einfluss des sich einmal eingenistet habenden Pflanzenlebens eine derartige Umwandlung erfahren, dass schon höhere Gewächse, Gräser, Nelken u. a., günstige Existenzbedingungen finden, eine Generation entwickelt sich immer üppiger und massiger, als die vorhergehende, immer anspruchsvollere Pflanzen siedeln sich an, bis endlich über der einstigen Einöde, dem Grabplatze unzähliger vergangener Geschlechter, majestätisch im Winde die Wipfel des Hochwaldes rauschen.

So spielt die Flechte trotz ihrer meist unauffälligen Gestalt und scheinbaren Unbedeutendheit doch eine belangreiche Rolle im Haushalte der Natur, ist ein wichtiger Factor für die Ausbreitung höheren organischen Lebens über die Erde. Sie könnte aber ihrer Aufgabe lange nicht in dem Maasse gerecht werden, wenn sie nicht so wunderbar organisirt wäre, wenn sich nicht in ihr zwei verschiedene Elemente vereinigen würden, welche sich in ihren Ansprüchen und Functionen derart ergänzen und unterstützen, dass das aus der Symbiose hervorgehende Gebilde den höchsten Grad pflanzlicher Lebensfähigkeit erlangt.

Die zu Anfang viel, theilweise auch jetzt noch bestrittene Theorie Schwendener's, nach welcher, wie wir gesehen haben, die Flechten keine selbständigen Pflanzen, sondern mit Pilzen im symbiotischen Verhältniss lebende Algen sind, findet jetzt doch immer allgemeineren Eingang und wird durch zahlreiche Thatsachen und directe Culturversuche bewiesen. Von besonderer Ueberzeugungskraft sind diese letzteren, welche namentlich von Rees und Stahl unternommen worden sind. Beiden Forschern ist es geglückt, durch gemeinsame Aussaat der Pilzsporen einer Flechtencolonie mit den Algenzellen einer andern Flechte auf günstiger Unterlage künstlich eine Flechte zu erzeugen und dadurch den directen Nachweis für die eigenthümliche Doppelnatur dieser so viel umstrittenen Gewächse zu erbringen.



Wir können uns hier auf die Entwicklungsgeschichte, den anatomischen Bau, die verschiedenen Fortpflanzungsarten u. s. w. der Flechten natürlich nicht einlassen, da uns dies viel zu weit führen würde; diejenigen der geehrten Leser, welche sich aber speciell für diese merkwürdigen Pflanzen interessiren, können aus der hierauf bezüglichen Fachlitteratur eingehende Belehrung über diesen Gegenstand schöpfen.

Eine nicht minder merkwürdige Thatsache, als die eben behandelte, hat neuerdings der bekannte Berliner Pflanzenphysiologe C. Frank in der Symbiose zwischen Waldbäumen und niederen, in der Erde befindlichen Lebewesen, Pilzen, entdeckt. Der genannte Forscher berichtete in einer Sitzung der botanischen Gesellschaft zu Berlin im Jahre 1885 zum ersten Male über diese von ihm an's Tageslicht gezogene interessante Erscheinung, und die von ihm mitgetheilten Thatsachen verfehlten nicht, in Fachkreisen allgemeines Aufsehen zu erregen.

Es hat sich nämlich herausgestellt, dass eine grosse Anzahl vorzugsweise auf humusreichem Boden wachsender, hochstehender, phanerogamer Pflanzen, namentlich die meisten unserer Waldbäume, sich von in der Erde lebenden Pilzen ernähren lassen, indem an allen ihren natürlichen Standorten ihre Saugwurzeln mit einem Pilzmycel in ein symbiotisches Verhältniss treten. Aus der Vereinigung zweier so verschiedener Elemente entstehen in ähnlicher Weise, wie wir es bei den Flechten kennen lernten, aus zweierlei lebenden Wesen bestehende Organe, welche Frank mit dem Namen Pilzwurzel oder Mycorhiza belegt hat. Diese aus der Vereinigung und innigen Verschmelzung der Pflanzenwurzel und einem Pilzmycelium hervorgehenden Mycorhizen sind einheitliche Gebilde, in welchen beide Genossen gemeinsam leben, gemeinsam functioniren und gemeinsam weiterwachsen.

Nach Frank tritt die Pilzwurzel in zwei verschiedenen Formen auf und zwar als sogenannte ectotrophische, oder aber als endotrophische Mycorhiza. Bei der ersten Form legt sich das Pilzgeflecht von aussen an die Saugwurzel an und hüllt dieselbe wie mit einem Mantel völlig ein. Dieser überall enggeschlossene und mit der Wurzelepidermis fest verbundene und verwachsene Ueberzug breitet sich über die ganze Saugwurzel, auch über deren äusserste Spitze, den Vegetationspunkt aus; welcher meistens eine nur kümmerlich entwickelte Wurzelhaube trägt, und wächst und verlängert sich in gleichem Maasse, als das Wachsthum der Wurzel fortschreitet. Die gewöhnlichen Aufsaugungsorgane der Wurzeln, die sogenannten Wurzelhaare, fehlen dagegen den Mycorhizen gänzlich, sie sind auch gar nicht nöthig, da ja der Pilzmantel die Nahrungszufuhr besorgt, indem er, wie sich Frank ausdrückt, „bei der Ernährung der Pflanze

Ammendienste versieht“. Die Pilzhyphen verarbeiten den Humus zu Pflanzennahrung, führen ihrem Partner Feuchtigkeit, mineralische Stoffe, sowie auch kohlenstoff- und stickstoffhaltige Substanz zu, welche den verwesenden Pflanzenresten entlehnt sind, kurzum haben genau die gleiche Rolle übernommen, wie sie bei nicht mit Mycorhizen versehenen Gewächsen die Wurzelhaare, respectiv die Oberhautzellen verrichten.

Der Mycelmantel ist nach aussen zu entweder ziemlich glatt und gegen die Umgebung hin scharf abgegrenzt, oder er sendet zahlreiche Fäden in das Erdreich aus, welche, wenn sie kurz und ziemlich gleich lang sind, den Eindruck von Wurzelhaaren hervorrufen. Sie functioniren auch ganz genau so wie diese und sollen aus einem weiteren Umkreise die Nährstoffe für den Pilzmantel und durch dessen Vermittelung für die Pflanzenwurzeln herbeischaffen. Aus diesem Grunde bedürfen diese Mycorhizen auch keines bedeutenden Längenwachsthums, sondern bleiben verhältnissmässig kurz und dick, dagegen bildet sich aber an jeder auf diese Art ernährten Pflanze eine sehr grosse Anzahl derselben aus, so dass sie in ihrer Gesammtheit viel reicher verzweigt und verschlungen erscheinen, als dies bei selbstständig functionirenden Pflanzenwurzelsystemen der Fall ist.

Bei der endotrophischen Form der Mycorhiza ist das Fadengeflecht des Pilzes nicht grösstentheils an der Aussenseite der Wurzel gelagert, sondern findet sich in die Wurzelzellen selbst eingebettet. Bei der einen Art der endotrophischen Mycorhiza breitet sich das Pilzgeflecht im Innern der sehr weitmaschigen Epidermiszellen der Wurzeln aus und sendet nur sehr wenige Hyphen in das umgebende Erdreich, weshalb die zur genügenden Nahrungsaufnahme notwendige Oberflächenvergrösserung auf eine andere Weise erzielt werden muss; hier sind die Mycorhizen bei sehr schwachem Durchmesser, sie bestehen nur aus der dicken mycelerfüllten Epidermis und dem Gefässbündelstrange, von sehr bedeutender Länge und durchziehen den Boden, sich vielfach kreuzend und verschlingend, nach allen Richtungen auf relativ weite Strecken. Bei der andern Art dieser Mycorhiza-Form sind die Wurzeln stärker und auch mit einer Rinde versehen, in deren Zellen aus Pilzfäden bestehende grosse Knäuel, die theilweise unter einander in Verbindung sind oder auch aus der Wurzel herauswachsen, eingebettet liegen.

Selbstverständlich kann man nur mit Hülfe des Mikroskopes ein deutliches Bild von der Beschaffenheit und dem Baue einer Mycorhiza gewinnen, indessen ist man auch schon mit unbewaffnetem Auge im Stande, zu erkennen, ob die jüngeren Wurzeln eines Baumes oder einer andern mit Pilzen in symbiotischem Verhältniss lebenden Pflanze mit einem Hyphengeflecht ver-



sehen sind oder nicht, da sie in ersterem Falle eine dunkelbraune, seltener schwarze Färbung aufweisen.

Auf die Frage, welche Pilzarten es wohl sein mögen, deren Fadengeflecht zur Bildung der Mycorhizen befähigt ist, kann zur Zeit noch keine Antwort gegeben werden, da man ausser dem Mycel zur Bestimmung der Species auch noch die betreffenden Fructificationsorgane kennen müsste. Wir wissen also in dieser Richtung noch so gut wie gar nichts, und erst weiteren Forschungen bleibt es vorbehalten, über diesen Gegenstand Klarheit zu verbreiten.

Die hier in Betracht kommenden Pilze leben vorzugsweise im Humus der Wälder, doch auch in jenem der Haiden, moorigen Wiesen u. s. w., ohne Humus ist ihr Gedeihen unmöglich, weshalb sich auch nur bei dessen Vorhandensein Mycorhizen ausbilden, und zwar mit wachsendem Humusgehalt des Bodens in immer steigender Anzahl, während auf humuslosem Boden und in Nährlösungen die Wurzeln sämtlicher mit Pilzen in ein symbiotisches Verhältniss tretender Pflanzen unverpilzt bleiben und Wurzelhaare entwickeln.

(Schluss folgt.)

### Die Wirbelstürme der Vereinigten Staaten.

Von Dr. Hugo Toeppen.

Mit vier Abbildungen.

Der Nordamerikaner ist auf alles stolz, was sein Vaterland betrifft, und glaubt, dass nichts irgendwo auf der Welt besser sei, als bei ihm zu Hause, theils aus Eitelkeit und Anmaassung, theils weil er gar nicht weiss, wie's anderwärts in der Welt aussieht und zugeht. Nichts aber ist er leichter bereit zu rühmen, als sein „wundervolles Klima“, das „sprichwörtlich gesund“ sei, und mit welchem sich das Klima des nebligen England, des rauhen Deutschland u. s. w. gar nicht vergleichen lasse. Ohne Zweifel hat das nordamerikanische Klima einige Vorzüge, wie in vielen Gegenden die Trockenheit und Reinheit der Luft, einen kurzen Winter, herrliche stille Sommernächte u. s. w. Aber von den argen Schattenseiten seines heimischen Klimas schweigt der lobpreisende Amerikaner, oder er behandelt sie als nicht in Betracht kommende Kleinigkeiten. Oft zu seinem eigenen Schaden erfährt der Einwanderer, was ein „schroffer Witterungswechsel“ in Nordamerika bedeutet. Es ist vielleicht Ende December oder Anfang Januar, sagen wir irgendwo am mittleren Mississippi; die Sonne hat tagüber glänzend am Himmel gestanden, das Thermometer zeigte vielleicht 15° C. im Schatten, die Schneemassen auf den Strassen sind fast im Handumdrehen zerflossen, Wasser und Schneebräu deckt jeden

Fussbreit des Bodens, und man legt sich mit Gedanken an den herannahenden Frühling zu Bett. Mitternacht ist vielleicht vorüber, da fangen plötzlich die elenden amerikanischen Schiebefenster im ganzen Hause an zu klappern, so dass sicher jeder Schläfer aufwacht. Bald wird es empfindlich kühl im Zimmer; man versichert die Fenster, kriecht tief unter die Decken und begrüsst am andern Morgen den schneidigsten Wintertag. Zwar steht die Sonne wieder strahlend am Himmel, aber das Thermometer zeigt ebensoviele Grade unter, wie gestern über Null, und eine solide Eisdecke, die auch die Strahlen der Mittagssonne unter 40° n. Br. nicht zu rühren vermögen, deckt Strassen und Bürgersteige und macht das Gehen für Mensch und Thier gefährlich, zumal die Polizeivorschriften über das Streuen von Sand und Asche und ähnliche Vorsichtsmaassregeln wohl auf dem Papier stehen, im Uebrigen aber niemanden aus seiner Ruhe stören. Ferner giebt es den furchtbaren „Blizzard“, den aus dem Norden und Nordwesten herabwehenden Eiswind mit körnigem Schneefall, der einen solchen Temperaturumschlag noch schlimmer macht. Der Bürger ist vielleicht morgens oder mittags, sagen wir Ende Februar, bei mildem Wetter ziemlich leicht bekleidet in sein Geschäftslocal gefahren, zwei oder drei englische Meilen weit von seiner Wohnung. Am Nachmittag bricht plötzlich der Sturm, von Dakota und Montana her über die Ebenen brausend, herein, körniger Schnee fängt zu fallen an, gefriert auf den feuchten Bürgersteigen, Strassen und Pferdebahnschienen, erzeugt eine lebensgefährliche Glätte und häuft sich dann zu nachgiebigen Massen oder zu grossen Wehen an, die leicht für viele Stunden allen Strassenverkehr lahmlegen und das Erreichen des heimischen Herdes zu einer schwierigen und gefährlichen Arbeit machen. Draussen auf dem Lande aber schneien Eisenbahnzüge ein, brechen Telegraphenleitungen zusammen und fallen nicht selten einsame Wanderer der Wuth des Wetters zum Opfer, ganz zu geschweigen von den Viehheerden der Präriestaaten, die diesen Winterstürmen fast überall schutzlos preisgegeben bleiben und durch sie oft in unmenschlicher Weise decimirt werden. Nicht selten streichen diese Blizzards südwärts bis zu den Orangenhainen des tropennahen Florida und zerstören die ganze Ernte des gegen sie ohnmächtigen Besitzers, oder sie brausen über Texas hin bis an die Gestade des Golfs und lassen den Bewohnern dieser südlichen Landschaften für einige Tage den Winter des Nordens kosten.

Ferner haben die Staaten des Centrums, — Indiana, Ohio, Illinois, Iowa, Kansas, Nebraska, Missouri u. s. w. — oft lange Trockenperioden im Sommer, die die Ernten vernichten



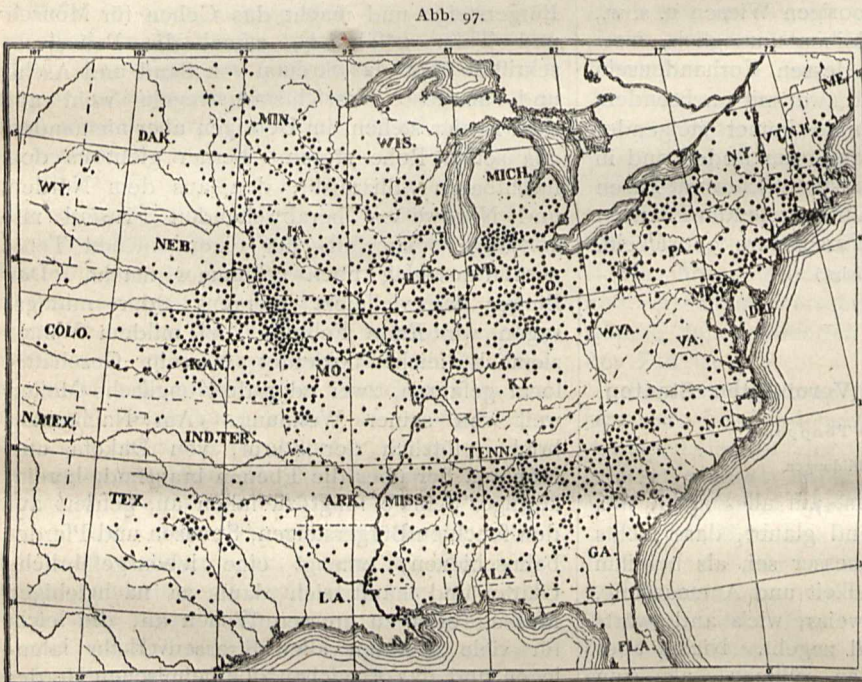
oder doch empfindlich schädigen, die Entwicklung des Ungeziefers begünstigen, Flüsse, Bäche und Brunnen eintrocknen lassen und das Land einer Steppe ähnlich machen.

Der Mensch trägt redlich das Seinige bei, um die Naturbedingungen, unter denen er lebt, zu verschlechtern. Eine sinnlose Waldverwüstung, die die einst für unerschöpflich gehaltenen Waldbestände von Michigan und Wisconsin z. B. bereits nahezu ausgerottet hat, beeinflusst den Wasserstand der Flüsse, erschwert die Schifffahrt und veranlasst Ueberschwemmungen, während anderseits die Versuche zu Anpflanzungen von Bäumen noch nicht über kleine Anfänge heraus-

Das eigentliche Gebiet der Wirbelstürme sind die weiten Ebenen des Mississippibeckens, von Ohio im Osten bis nach Kansas und Nebraska einschliesslich im Westen, doch kommen sie so ziemlich in dem ganzen östlich von den Felsengebirgen gelegenen Theile der Vereinigten Staaten vor. Lieutenant J. P. Finley hat eine Karte (Abb. 97) entworfen, auf der alle von 1760 bis 1885 bekannt gewordenen Wirbelstürme durch Punkte bezeichnet sind, welche dem Orte ihrer stärksten Entwicklung entsprechen. Auf derselben ordnen sich die Punkte in zwei Gürteln an: der nördlichere umfasst das oben gekennzeichnete Gebiet sammt den nördlich und nord-

östlich davon liegenden Staaten, bis hin nach Maine, der zweite die Südstaaten von Texas bis nach Virginien. Im Westen gehen die Streifen allmählig in einander über, im Osten aber liegt eine ziemlich breite tornadofreie Zone dazwischen, welche die Gebirgsketten der Alleghanies einnehmen. Demjenigen, der in der neueren Zeit das Auftreten der Wirbelstürme einigermaassen verfolgt hat, erscheinen sie auf dieser Karte im Nordosten und Süden

verhältnissmässig viel zu zahlreich. Man muss aber



Karte der geographischen Vertheilung der Wirbelstürme, welche in den Vereinigten Staaten von N.-A. während einer Periode von 125 Jahren, 1760-1885, beobachtet wurden. Entworfen von J. P. Finley.

gekommen sind, die zum Theil nur das Lächeln Sachverständiger herauszufordern geeignet sind.

Eine besondere Geissel der in mancher Beziehung so gesegneten Fluren von Nordamerika sind die Wirbelstürme, im Lande selbst Tornados genannt, die in keinem Jahre fehlen, in diesem Jahre (1890) aber besonders zahlreich und verheerend aufgetreten sind. Die Verheerung von Louisville durch einen Wirbelsturm am 27. März ist noch in aller Gedächtniss, und die Sommermonate haben ähnliche schreckliche Naturereignisse in Dakota, Minnesota und Ende August in Pennsylvanien gebracht, welche ohne Zweifel in Verbindung mit den häufigen Nachrichten über Wassersnoth, Eisenbahnunfälle u. s. w. dem europäischen Zeitungsleser einige dunkle Schatten auf sein vielleicht zu rosiges Bild von Nordamerika geworfen haben.

nicht vergessen, dass die westlicheren Staaten erst in neuerer Zeit besiedelt worden sind, und daher viele Wirbelstürme, die in älterer Zeit dieselben heimgesucht haben, nicht verzeichnet worden sind. Die Gegend der grössten Häufigkeit befindet sich da, wo die Staaten Missouri, Kansas, Iowa und Nebraska zusammenstossen.

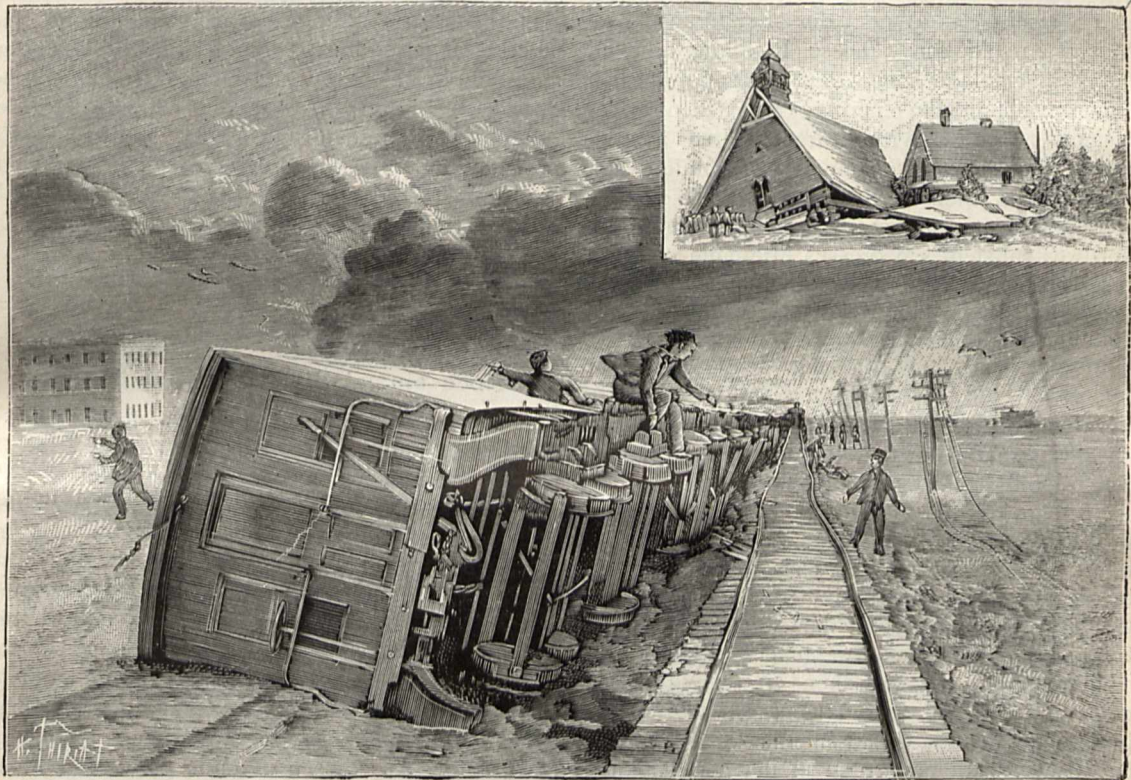
Die Wirbelstürme sind in den Staaten, wenn auch nicht eine alltägliche, so doch eine so regelmässige Erscheinung, dass Versicherungen gegen ihre Verheerungen abgeschlossen werden, so gut wie anderwärts gegen Hagel-schlag, und in den westlichen Präriestaaten ist es in Gegenden, die besonders oft heimgesucht werden, Sitte geworden, sich Zufluchtsstätten gegen den Tornado zu bauen. Zieht der Sturm einmal heran, so ist nichts von den gewöhnlichen Bauwerken vor ihm sicher, und der Präriebe-



wohner, dessen geschärftes Auge die heran-  
nahe Gefahr oft rechtzeitig erkennt, flüchtet  
dann mit den Seinigen in sein Tornadohaus,  
einen kellerartigen Raum, der mit einem starken,  
gegen fallende Bäume, Sparren, Balken u. s. w.  
sicheren Dache versehen ist. Obgleich man  
die ungeheure Gewalt der Wirbelstürme kannte  
und wusste, dass sie oft Bäume in die Luft  
entführt, Locomotiven aus dem Geleise ge-  
worfen, Häuser ganze Strecken weit getragen  
haben, neigte man doch lange zu dem Glauben,  
dass die Gewalt der Luftbewegung sich an den

im Norden des Staates Dakota, ausgebrochener  
Tornado erwies sich von solcher Heftigkeit, dass  
er einen ganzen Eisenbahnzug aus den Schienen  
hob und einen Meter weit zur Seite schleuderte.  
Der Zug bestand aus neun Schlafwagen von  
grossem Gewicht und drei mit allerlei Bagage  
und Waarenballen gefüllten Gepäckwagen. Allein  
die Locomotive mit dem Tender blieben auf  
den Schienen stehen. Der Unfall fand morgens  
um drei Uhr statt. Die Schlafwagen waren mit  
Reisenden voll besetzt, grösstentheils aus Frauen  
und Kindern bestehend, welche merkwürdiger-

Abb. 98.



Ein durch die Gewalt eines Tornados in der Nähe von Fargo (Dakota) aus den Schienen geschleudertes Eisenbahnzug.

massiven Häusermassen einer grossen Stadt  
brechen würde. Das Unglück von Louisville  
hat diesen Glauben endgültig zerstört, denn der  
Wirbel fegte quer durch die Stadt eine Bahn,  
auf der ihm nichts widerstand, weder die massiven  
Wohn- und Geschäftshäuser, noch der solid ge-  
baute Bahnhof, noch der Wasserthurm der  
städtischen Wasserwerke. Beim Ueberschreiten  
des Flusses fasste er eins der schweren Fähr-  
boote, tauchte es mit der einen Seite tief in  
das aufgeregte Wasser und drehte es im Nu  
um seine senkrechte Axe, so dass, als die Winds-  
braut vorüber war, die Spitze wieder nach  
Louisville gerichtet war, welches das Boot so-  
eben verlassen hatte. Ein kürzlich bei Fargo,

weise ohne nennenswerthe Beschädigung mit  
dem blossen Schrecken davon kamen; auch die  
Wagen selbst waren nur wenig beschädigt. Das  
kleine Nebenbild in der oberen Ecke unserer  
Abbildung 98 zeigt, welche Verheerung der-  
selbe Tornado an der Kapelle zu Fargo an-  
gerichtet hat.

Eine vollständige Erklärung der Entstehung  
und des Verlaufs dieser Wirbelstürme ist noch  
nicht möglich. Die Meteorologen von Fach  
haben noch nicht das letzte Wort darüber ge-  
sprochen, und einer der Gründe dafür ist ohne  
Zweifel der, dass es ungemein schwierig ist, das  
Phänomen auf der Höhe seiner Entwicklung  
genau zu beobachten. Zieht der Tornado einmal



heran, dann hat vielleicht nicht ein Mensch unter einer Million die Gemüthsruhe, objectiv zu beobachten, sondern jeder ist auf seine Sicherheit bedacht und eilt dem nächsten schützenden Keller oder sonst für sicher gehaltenen Orte zu. Doch lässt die Beobachtung des herannahenden oder abziehenden Sturmes, sowie die genaue Untersuchung seiner Wirkungen im Verein mit den Aufzeichnungen auf den meteorologischen Stationen viele Schlüsse zu. Eine Anzahl von Thatsachen steht fest und wird von allen Beobachtern zugegeben. Die Richtung der Fortbewegung der Wirbel ist eine nordöstliche, oft mit Abweichungen nach Norden oder Süden. Sie ziehen von Südwesten heran und setzen das Werk der Zerstörung nach Nordosten hin fort. Diese Richtung fällt mit dem allgemeinen Zuge der Luft polwärts in höheren Schichten in jenen geographischen Breiten zusammen. Die Wirbelstürme treten äusserst selten einzeln auf, sondern es bilden sich mehrere auf einem oft Hunderte von Kilometern breiten Gebiet. Mehrere hundert Kilometer im Nordwesten zieht ein grosses Minimum ostwärts, das von Gewittern, Regenfällen u. s. w. begleitet ist, die in der Regel stärker als die gewöhnlichen derartigen Erscheinungen derselben Jahreszeit sind. Von Süden und Südwesten her strömt die Luft diesem Centrum zu. Die einzelnen an einem Tage entstehenden Wirbelstürme beschreiben parallele Bahnen, zwischen denen vollkommen freibleibende Gürtel liegen, oft 80 km breit. Bei dem Louisviller Wirbelsturm konnten sechs solcher Linien beobachtet werden. Selten werden Tornados früher als im April und später als im August beobachtet; sie sind Erscheinungen der wärmeren Jahreszeit. Sie treten hauptsächlich in den heissen Tagesstunden auf, zwischen ein und fünf Uhr nachmittags, doch schreiten sie nicht selten bis in die beginnende Nacht hinein fort. Die vorherige Durchglühung des Bodens und starke Erwärmung der untersten Luftschichten ist also offenbar eine Vorbedingung ihres Entstehens. Die Atmosphäre ist vor dem Ausbruch eines Wirbelsturms schwül und heiss, wie vor einem Gewitter und hat auf Mensch und Thier einen ähnlichen Einfluss. Der Wirbel bewegt sich schnell vorwärts, oft 50, 60, ja 120 und mehr Kilometer in einer Stunde, so dass er in einem Nachmittage Strecken von 300 bis 500 km zurücklegt. Das weiter im Nordwesten fortschreitende grosse Minimum pflegt gleichzeitig nur etwa die halbe Geschwindigkeit zu haben. Die eigentliche Wirbelbewegung ist gleichzeitig eine viel schnellere, als die Vorwärtsbewegung der ganzen Lufterscheinung. Ausserordentlich heftige elektrische Entladungen pflegen den Wirbelsturm zu begleiten. Wenn sie in den Beschreibungen nicht oft oder mit Nachdruck

erwähnt werden, so liegt das daran, dass man ihnen inmitten des Heulens und Tobens des zerstörenden und das Leben bedrohenden Wirbels nicht viel Beachtung schenkt. Gewöhnliche Gewitter haben nicht nur durch ihre elektrischen Entladungen, sondern auch durch die Art ihres Fortschreitens, ihre Beziehung zu einem in der Ferne vorüberziehenden Hauptminimum u. s. w. viel Aehnlichkeit mit dem Tornado, so dass man berechtigt ist, nur an eine Verschiedenheit des Grades zu denken. In den Tornadogegenden spricht man von einem besondern „Tornado-himmel“, der dem Kundigen Warnung genug ist; zugleich mit den dunklen Wolken am westlichen oder südwestlichen Horizont erscheint eine düstere, grünliche Färbung. Kaum eine Beschreibung eines Tornados wird gefunden werden, in welcher nicht die ihm charakteristische „trichterförmige Wolke“ erwähnt würde, deren verdünntes Ende zum Boden hinabreicht und die mannigfachsten Bewegungen ausführt, bald schwingend und schwankend, bald sich hebend, bald sich senkend.

(Schluss folgt.)

### Noch einmal die Ballonphotographie.

Mit einer Abbildung.

Schon früher haben wir die Art und Weise geschildert, in der es gelungen ist, vom Ballon aus photographische Aufnahmen des sich unterhalb ausbreitenden Landes zu machen. Die Kunst der Ballonphotographie hat entschieden Werth als Hilfsmittel der Kartographie. Sie kann als solches namentlich im Kriege werthvolle Dienste leisten, wenn es sich darum handelt, die Karten von Gebieten nachzuprüfen, welche noch vom Feinde besetzt und daher unzugänglich sind. Aus diesem Grunde wird die Ballonphotographie von den militärischen Behörden aller Länder eifrig gepflegt, aber die erzielten Erfolge werden aus leicht begreiflichen Motiven nur selten veröffentlicht. In Frankreich giebt es dagegen einige Liebhaber der Photographie, welche sich diesem Gebiet zugewandt haben und auf demselben sehr Beachtenswerthes leisten. Einer derselben, Namens A. Weddel, fertigte vor kurzem eine Ansicht von Nizza aus der Vogelperspective, welche wir heute unseren Lesern vorzuführen in der angenehmen Lage sind. Unsere Abbildung 99 spricht in der Feinheit der auf ihr sichtbaren Details für sich selbst, obgleich die autotypische Wiedergabe die Schönheit des Originals nicht voll erreicht. Jede Strasse und jedes Haus in derselben, die Anlagen der Gärten, ja die einzelnen Bäume lassen sich auf's schärfste erkennen — man beachte



nur den Palmbaum links, dicht an der Chaussée, die das ganze Bild durchschneidet; man wird deutlich den Schatten erkennen, den der Baum auf die sonnige Strasse wirft.

Die Aufnahme wurde aus sehr beträchtlicher Höhe, nämlich 300 m, im März dieses Jahres gemacht. Herr Weddel fertigte dieselbe, als er in Begleitung des berühmten Luftschiffers Louis Godard in dessen Fesselballon aufstieg. Die benutzte Camera wurde an einem Riemen auf der Brust hängend getragen, war mit einem

## Metalle und Legirungen.

### IV. Ueber Elektrometallurgie.

Von Dr. N. v. Klobukow.

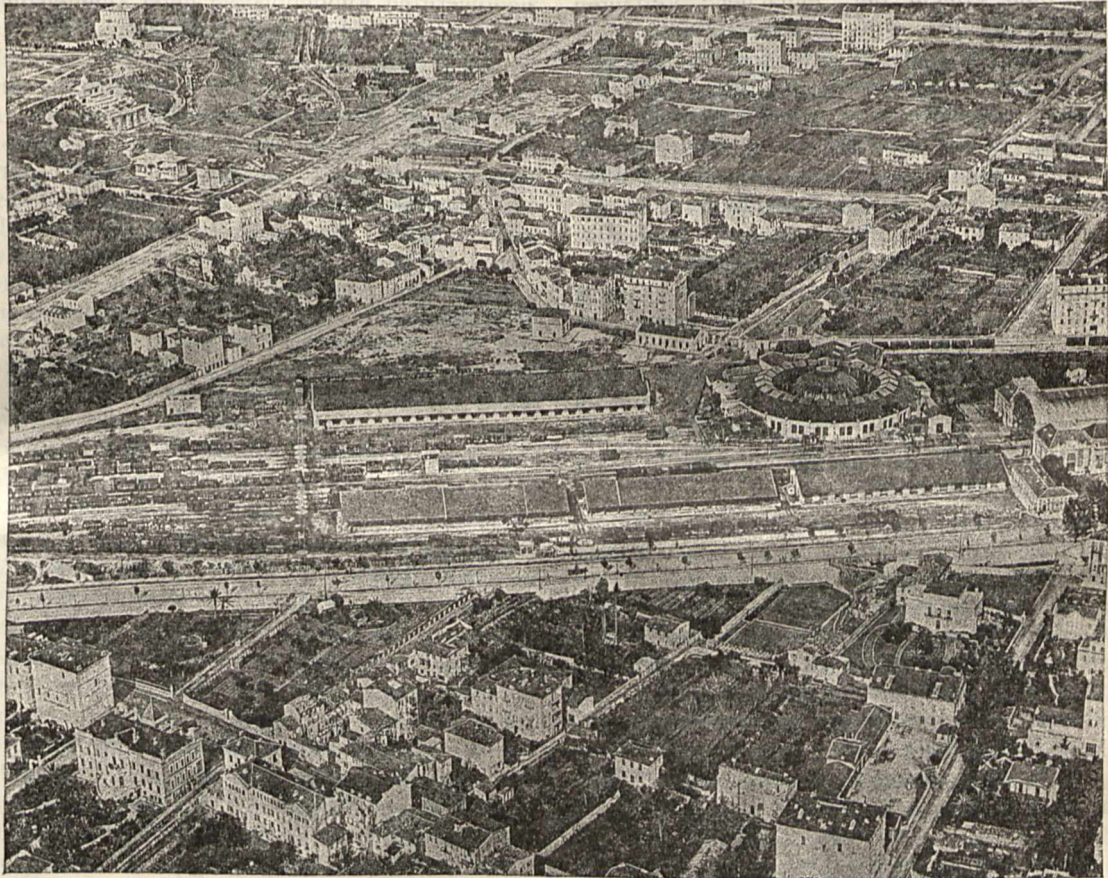
#### II. Abschnitt: Verfahren der Elektrometallurgie auf nassem Wege.

(Schluss.)

#### Elektrometallurgie des Zinks.

Die metallurgische Verhüttung der Zinkerze, unter welchen namentlich der Galmei (Kiesel-

Abb. 99.



Ansicht von Nizza aus der Vogelperspektive nach einer Ballonphotographie.

Antiplanat von Steinheil und einem Momentverschluss von Thury und Amet ausgerüstet. Die richtige Stellung der Camera wurde durch Visiren mit einem Diopter gefunden, dann wurde der Momentverschluss ausgelöst.

Neuerdings bestreben sich die französischen Ballonphotographen, die zierlichen Wolkengebilde aufzunehmen, welche sie oft während ihrer Fahrten zu ihren Füßen dahinsegeln sehen. S. [994]

zinkerz) und die Zinkblende am wichtigsten sind, ist, trotz der zahlreichen Vervollkommnungen der Methoden, heute noch mit grösseren Schwierigkeiten und bedeutenden Verlusten verbunden. Hier erschien die Anwendung elektrometallurgischer Verfahren besonders angezeigt und haben auch mehrere der im Nachstehenden zu schildernden Methoden einen, wenn auch nicht gerade durchschlagenden, praktischen Erfolg zu verzeichnen.

Da sowohl die Zinkerze, als auch die sonstigen zu verarbeitenden zinkhaltigen Materialien, wie sog. Gichtschwamm, Ofengalmei, Flugstaub



und sonstige Hüttenabfälle, durchweg schlechte Leiter für Elektrizität sind, so begegnen wir bei der elektrometallurgischen Verarbeitung dieser Körper fast ausschliesslich der Anwendung „einfacher“ Verfahren.

1) Zinkgewinnung aus Erzen und Hüttenabfällen.

a) Hier ist zunächst der von C. Luckow (1880) zur directen Verarbeitung von Erzen und dgl. gemachte Vorschlag zu verzeichnen, bei welchem sowohl ein „einfaches“, als auch ein „combinirtes“ Verfahren in Anwendung kam. Nach dem Princip der „einfachen“ Verfahren soll die Verarbeitung der in Mineralsäuren leicht löslichen zinkhaltigen Materialien geschehen, wobei als Elektrolyt eine concentrirtere Zinksalzlösung angewendet wird. Zur directen Verarbeitung von schwerlöslichen Zinkmaterialien, wie Zinkblende, dient ein „combinirtes“ Verfahren, bei welchem als Elektrolyt am besten eine schwach saure Kochsalzlösung verwendet wird; die „zusammengesetzten“ Anoden bestehen aus Gitterkästen oder Lattenkörben, welche mit einem Gemenge des betreffenden Erzes mit Kokskörnern gefüllt werden.

Die praktische Verwendbarkeit der letzten Methode ist auf Grund genauer Untersuchungen in Abrede zu stellen, sowie überhaupt die Luckow'schen Vorschläge nicht genügend praktisch durchgebildet waren.

b) Die von Lambotte-Doucet (1881) in Vorschlag gebrachte Methode zur Gewinnung von Zink aus Erzen benützt das Princip der „einfachen“ Verfahren. Als Elektrolyt dient eine concentrirte und neutrale Zinkchloridlösung, welche durch Auflösung der vorher gerösteten Zinkerze in Chlorwasserstoffsäure erhalten wird und aus welcher das Eisen durch geeignete chemische Behandlung vorher zu entfernen ist.

Auch diese Methode, welche versuchsweise auf einem grösseren Hüttenwerk eingeführt wurde, gab nicht die gewünschten Erfolge.

c) Von Wichtigkeit erscheint die von L. Létrange (1881) vorgeschlagene und bereits praktisch erprobte Methode, welche ein „einfaches“ Verfahren benützt und die Gewinnung der Edelmetalle gestattet. Als Elektrolyt wird eine Zinksulfatlösung verwendet, zu deren Herstellung die betreffenden Erze sulfatisirend geröstet und systematisch, unter Benützung der aus den Zersetzungszellen abfliessenden, mit freier Säure angereicherten Flüssigkeit, ausgelaugt werden. In den Zellen dienen als Kathoden Zink-, Kupfer- oder Messingplatten, als Anoden — Kohlen- oder Bleiplatten; die Lösung des Elektrolyten wird am Boden eingeführt und fliesst in der Höhe des Flüssigkeitsniveaus in die Auslaugkästen ab, von wo aus sie von neuem ihren Kreislauf durch die Apparate beginnt.

Das nach dieser Methode erhaltene Zink ist meist etwas eisenhaltig. Die Abscheidung des Zinks in regulinischer Form soll nach Hermann durch Zusatz von Alkalisulfaten bezw. Magnesiumsulfat begünstigt werden.

d) Eine von Blas und Miest (1882) vorgeschlagene Methode bezweckt eine directe Gewinnung von Zink aus seinen Erzen nach dem Princip der „combinirten“ Verfahren. Dieses Verfahren, welches auch zur Bleigewinnung (siehe bei dieser unter a) sowie zur Verarbeitung anderer Erze angeblich mit sehr gutem Erfolg sich eignen soll, ist durch die Herstellung der agglomerirten Anodenplatten unter Zuhilfenahme von hohem Druck charakteristisch. Das auf 5 mm Korngrösse zerkleinerte Erz, welchem auch Gangart beigemischt sein darf, wird — ohne Anwendung eines besonderen Bindemittels — in Metallformen einem Druck von ca. 100 Atmosphären ausgesetzt, alsdann auf 600° erhitzt und wiederum gepresst. Als Elektrolyt dient hier am besten eine neutrale Lösung von Zinknitrat, dann aber auch eine Zinksulfat-, bezw. Chloridlösung. Aus dem Anodenschlamm werden die Edelmetalle, sowie der Schwefel gewonnen; in Lösung geht ausser Zink nur noch Eisen und wird dieses durch geeignete chemische Mittel ausserhalb der Zersetzungszellen ausgefällt.

e) Zur Gewinnung von Zink aus Galmei, Zinkasche, Zinkstaub, Zinkoxyd und ähnlichen Materialien wurde von M. Kiliari (1884) die Anwendung eines „einfachen“ Verfahrens unter Benützung einer ammoniakalischen, bezw. alkalischen Zinklösung als Elektrolyt empfohlen. Als Kathoden werden Zink- oder Messingbleche, als Anoden Eisenplatten verwendet. Die Lösung wird durch Digeriren der genannten Materialien mit einer (freies Ammoniak enthaltenden) Lösung von Ammoniumcarbonat, bezw. mit einer Lösung von Aetznatron oder Aetzkali bis zur erfolgten Sättigung hergestellt. Die praktische Durchführbarkeit dieses Vorschlages bei Anwendung von ammoniakalischen Lösungen ist in Anbetracht des Umstandes, dass die Apparate hermetisch verschlossen sein müssen, in Frage zu stellen, sowie überhaupt die Zinkgewinnung aus alkalischen Lösungen bislang keine technische Verwerthung gefunden zu haben scheint.

2) Elektrolytische Verarbeitung des Zinkschaumes.

Diese von B. Rösing (1885) ausgearbeitete Methode wollen wir im Anschluss an die Methoden der Zinkgewinnung besprechen, da sie gleichsam den Charakter einer metallurgischen Hilfsoperation trägt.

Der bei der Parkes'schen Methode der Werkbleientsilberung durch Zink gesaigerte „Zinkschaum“ besteht im Durchschnitt aus: 90 % Blei, 8—10 % Zink und 0,5—2,0 % Silber. Das zu



besprechende elektrometallurgische Hilfsverfahren bezweckt nun: dem Zinkschaum allmählig seinen Zinkgehalt zu entziehen, wonach aus der zurückbleibenden Silber-Blei-Legirung das Silber ohne Mühe nach dem bekannten Treibprocess gewonnen werden kann. Zu diesem Behufe verwendet man ein „combinirtes“ Verfahren, darin bestehend, dass man den Zinkschaum als Anode in eine Lösung von Zinksulfat bringt: in Lösung geht dabei nur das Zink, sowie ein kleiner Theil des Silbers. Es ist nun klar, dass — in Folge des geringen Zinkgehaltes des Anodenmaterials — die lösende Wirkung des Stromes sich nur auf die Oberflächentheilchen des Anodenmaterials beschränken kann — sie hört daher nach einer gewissen Zeit auf. Sobald dies geschehen, erhitzt man den oberflächlich entzinkten Zinkschaum — die leichtflüssige Blei-Silber-Legirung schmilzt von der Oberfläche ab und es verbleiben die durch den Strom noch nicht angegriffenen Partien des Zinkschaumes als Saigerrückstände zurück; diese werden nun abermals auf elektrolytischem Wege entzinkt, sodann wieder gesaigert u. s. w. Auf diese Weise wechseln die Entzinkung des Zinkschaumes durch Elektrolyse und die Entbleiung desselben durch den Saigerprocess fortwährend mit einander ab.

Das gewonnene Zink, welches stets etwas Silber enthält, wird wiederum zur Werkblei-entsilberung verwendet, so dass Silberverluste vermieden werden.

Die Zersetzungszellen bestehen hier aus flachen Gefässen, auf deren Boden eine Bleiplatte zu liegen kommt, welche, mit einer Schicht des bis zu 1 mm Korngrösse gepulverten Zinkschaumes bedeckt, als Anode dient; die Kathode besteht aus einer horizontal über der Anodenfläche angebrachten Zinkplatte. Die Circulation der Flüssigkeit in mehreren treppenförmig über einander gestellten Zersetzungsapparaten geschieht in gewöhnlicher Weise; trotzdem kann aber der Betrieb aus begrifflichen Gründen ein nur discontinuirlicher sein, was ein wesentlicher Nachtheil dieses Verfahrens ist. Ebenso erscheint es nicht möglich, den Process bei constanten Stromverhältnissen durchzuführen, da in dem Maasse, als sich der Zinkschaum löst, auch die Verhältnisse an der Anode sich ändern — zum Schluss der Auflösung des angreifbaren Zinks haben wir es gleichsam mit einer unlöslichen Anode zu thun.

Am günstigsten gestalten sich die Verhältnisse, wenn der zu verarbeitende Zinkschaum einen hohen Zinkgehalt besitzt, und wird das Verfahren zur Zeit, wie es scheint, nur unter solchen Bedingungen praktisch verwendet.

#### Elektrometallurgie des Nickels und des Kobalts.

Hier haben wir nur ein von E. André (1877) zur Gewinnung von Nickel und Kobalt

aus Erzen, Speisen etc. in Vorschlag gebrachtes Verfahren zu verzeichnen. Nach dieser Methode, welche das Princip der „einfachen“ Verfahren benützt, werden zunächst die Erze in eine saure Lösung gebracht; bei kupferhaltigen Erzen geschieht das auf elektrochemischem Wege unter gleichzeitiger Fällung des Kupfers.\*) Die erhaltene Lösung wird mit Ammoniak gesättigt —, wobei das stets vorhandene Eisen als Oxydhydrat ausfällt — und in Apparaten mit getrennten Elektrodenabtheilungen, unter Anwendung von Kathoden aus Kohle oder Nickel und Anoden aus Zink oder Eisen der Elektrolyse unterworfen. Die Anwendung solcher löslicher Anoden aus einem fremden Metall hat den Zweck, eine Anodenpolarisation zu vermeiden; dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die sich bildende Lösung dieser Metalle unter allen Umständen von der Kathodenabtheilung ferngehalten werden muss, da sonst das Zink und Eisen gleichzeitig mit dem Nickel (bezw. Kobalt) sich niederschlagen würden.

Die elektrometallurgische Nickelgewinnung scheint bislang keine praktischen Erfolge gehabt zu haben.

#### Elektrometallurgie des Bleies.

1) Raffination von Werkblei (Rohblei) mit gleichzeitiger Gewinnung der darin enthaltenen Edelmetalle.

Das hüttenmännisch erhaltene „Werkblei“ enthält ausser Silber und Gold noch eine grössere Anzahl fremder Beimengungen, deren Entfernung auf metallurgischem Wege grosse Schwierigkeiten bietet. Was speciell die metallurgische Entsilberung und Entgoldung des Werkbleies anlangt, so geschieht diese, nach dem von Parkes vorgeschlagenen Verfahren, durch Verschmelzen mit Zink und Saigerung des sich bildenden sog. „Zinkschaumes“, welcher die Edelmetalle enthält und auf diese dann weiter zu verarbeiten ist.

a) Die von Keith (1878) in Vorschlag gebrachte elektrometallurgische Methode sollte an Stelle dieser umständlichen Operationen treten. Zwar hat diese mehrfach praktisch erprobte Methode den an sie gestellten Anforderungen bislang noch nicht in vollem Maasse gerecht werden können, doch ist sie immerhin beachtenswerth.

Das Princip der Keith'schen Methode ist dem der Kupferraffination nachgebildet und geschieht ihre Ausführung in analog construirten und betriebenen Apparaten. Als Elektrolyt dient entweder eine neutrale (bezw. mit Essigsäure schwach angesäuerte) Lösung von essigsäurem Blei oder auch eine neutrale Lösung von schwefel-

\*) Vergl. bei „Kupfergewinnung“ unter a.



saurem Blei in essigsäurem Natrium; diese Lösungen werden bei einer Temperatur von 40<sup>0</sup> bis 80<sup>0</sup> elektrolysiert. Die Anordnung der aus Werkblei gegossenen Anoden neben den aus reinem Blei oder Messing angefertigten Kathoden ist die bei der Kupferraffination unter a. angegebene; nur werden die Anoden mit Musselinsäcken umgeben, in welchen eine Ansammlung des Schlammes stattfindet. Die normale Stromdichte wäre zu  $\frac{20 \text{ A}}{\text{m}^2}$  anzunehmen.

Beim richtigen Gang des Processes gehen von den Verunreinigungen des Werkbleies in Lösung über: Eisen, Zinn, Zink, Wismuth, Kupfer, Antimon, Arsen etc., während in den Anodenschlamm ausser den Edelmetallen auch ein Theil der vorhergenannten Metalle übergehen. Nun ist selbst bei peinlichster Sorgfalt der Process nicht ganz rein durchzuführen, und enthält das gefällte Blei stets die Metalle: Kupfer, Eisen, Antimon und Arsen in grösseren oder geringeren Mengen eingeschlossen. Das Blei fällt auch nicht in compactem Zustande, sondern in Form von Krystalschuppen und Nadeln aus, welche, nach allen Richtungen rasch auswachsend, Kurzschlüsse herbeiführen könnten, wenn für deren öftere Entfernung auf mechanischem Wege nicht genügend Sorge getragen würde. Die Nothwendigkeit, mit erwärmten Lösungen zu arbeiten, macht die Construction der Apparate etwas complicirter, allerdings zu Gunsten der Circulationsverhältnisse, welche auch bei dieser Methode von grossem Einfluss sind.

Um das nach diesem Verfahren gewonnene Blei marktfähig zu machen, muss es umgeschmolzen werden, was jedoch ein vorheriges starkes Zusammenpressen der lockeren, leicht oxydablen Masse nothwendig macht. Die Verarbeitung des Anodenschlammes auf Edelmetalle geschieht auf metallurgischem Wege und ist etwas umständlich.

b) Eine der Keith'schen ähnliche Methode wurde auch von Arche und Drasche (1887) in Vorschlag gebracht.

## 2) Bleigewinnung aus Erzen.

Die Anwendung elektrometallurgischer Methoden zur Gewinnung von Blei aus seinen Erzen erscheint in mancher Hinsicht geboten; doch haben wir bislang in dieser Richtung keine wesentlichen Fortschritte zu verzeichnen.

a) Eine von Blas und Miest (1882) in Vorschlag gebrachte Methode bezweckt eine directe Gewinnung des Bleies aus Bleiglanz (Schwefelblei) und anderen Erzen unter Anwendung eines „combinirten“ Verfahrens.

Charakteristisch ist hier die Herstellung der löslichen Anoden durch Agglomeration der Erze, welche in derselben Weise ausgeführt wird, wie bei der Zinkgewinnung unter d. angedeutet

wurde. Die so erhaltenen Platten sollen eine genügende Festigkeit und Leitungsfähigkeit für den Strom besitzen. Unter Anwendung solcher Anoden und Kathoden aus reinem Blei wird die Fällung in Apparaten mit nicht getrennten Elektrodenabtheilungen ausgeführt, wobei als Elektrolyt eine Lösung von Bleinitrat dient. Bei richtiger Wahl der Stromverhältnisse wird an der Anode das Schwefelblei unter Abscheidung von Schwefel in Lösung gehen und soll die Concentration der Flüssigkeit, bei Abwesenheit einer Polarisation, durch Sauerstoff unverändert erhalten bleiben. Der im Laufe des Processes sich an der Anode abscheidende elementare Schwefel muss von der Oberfläche derselben fortwährend mechanisch entfernt werden und wird aus dem Anodenschlamm durch Destillation oder Schlemmprocess gewonnen. Das erhaltene Blei ist rein und kann beim richtigen Gang der Operation in cohärenter Form erhalten werden.

## Elektrometallurgie des Zinns.

Die Elektrometallurgie des Zinns erstreckt sich fast ausschliesslich auf Verfahren, welche

1) die Wiedergewinnung des Zinns aus verzinneten Eisenabfällen (namentlich Weissblechabfällen) bezwecken.

Eine solche Wiedergewinnung des Zinns aus werthlosen Abfällen erscheint von Wichtigkeit, zumal man als Nebenproduct auch ein reines Eisenmaterial erhält; an Stelle der zahlreichen, bisher zu diesem Zweck vorgeschlagenen chemischen Verfahren (Behandlung mit Säuredämpfen, Chlor, Aetzalkalien etc.) sollen nunmehr die elektrometallurgischen Methoden — angeblich mit grossem Vortheil — treten.

Hier haben wir es mit lauter „combinirten“ Verfahren zu thun, bei welchen als lösliche Anoden die in Lattenkörben, porösen Gefässen, rotirenden Trommeln etc. passend unterbrachten Abfälle, und als Kathoden — Kohlen-, Kupfer- oder Zinnplatten in Verwendung gelangen; die Unterschiede der Methoden liegen nur in der Wahl der Elektrolyte.

a) Der erste derartige Vorschlag rührt von E. André (1877) her, welcher die Anwendung von Chlornatrium- bzw. Aetznatron-Lösungen empfahl.

b) A. Guttensohn (1880) benützt eine Zinnchlorürlösung; die Entfernung der letzten Mengen von Zinn geschieht jedoch durch Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure.

c) J. Smith (1885) benützt eine verdünnte Schwefelsäurelösung; das Verfahren soll besonders rentabel sein und ein sehr reines Zinn liefern.

2) Die Gewinnung des Zinns aus Erzen wurde neuerdings von C. Burghardt (1888) in Vorschlag gebracht. Er benützt hierzu ein „ein-



faches“ Verfahren, bestehend in der Elektrolyse einer erwärmten (60°) Natriumstannatlösung (zinnsaures Natrium) zwischen Anoden aus Eisen und Kathoden aus Zinn oder Eisen. Genannte Lösung wird dadurch gewonnen, dass man das fein gepulverte — bei Anwesenheit von Arsen, Antimon und Schwefel vorher noch geröstete — Zinnerz mit einem Ueberschuss von Aetznatron schmilzt und das Schmelzgut mit Wasser auslaugt. Das ausfallende Zinn soll durchaus rein sein; doch kann begreiflicherweise der Process ein nur discontinuirlicher sein und erscheint das Verfahren, besonders in Anbetracht des Umstandes, dass das Aetznatron auch die Gangarten angreift und also zum Theil verloren geht, nur wenig rentabel.

#### Elektrometallurgie des Antimons.

Eine Methode zur Gewinnung des Antimons aus Erzen (am besten aus dem sogenannten Grauspiessglanzerz) wurde von W. Borchers (1887) in Vorschlag gebracht; sie benützt das Princip der „einfachen“ Verfahren. Das gepulverte Erz wird durch Behandlung mit Natriumsulfid in Lösung gebracht und diese Lösung zwischen Kathoden aus Eisen und (unlöslichen) Anoden aus Blei der Elektrolyse unterworfen. Bei richtigen Stromverhältnissen scheidet sich das Antimon in reinem, fein krystallinischem Zustande ab und treten an den Anoden keine Polarisationserscheinungen auf. In der Flüssigkeit des Elektrolyten bildet sich eine Reihe von schwefelhaltigen Alkaliverbindungen, welche auf Schwefel sowie auf unterschwefligsaures Natrium verarbeitet werden. Erfahrungen über die praktische Verwendbarkeit dieser Methode liegen zur Zeit noch nicht vor.

#### Elektrometallurgie des Goldes, Silbers und sonstiger Edelmetalle.

Im Laufe unserer Darstellung begegneten wir schon einer Reihe von elektrometallurgischen Processen, bei welchen die Gewinnung der Edelmetalle Hand in Hand mit der Abscheidung der betreffenden Metalle vor sich ging; so z. B. bei der Kupfer- und Bleiraffination, bei der Kupfergewinnung aus Erzen und dgl. mehr. Ausser diesen Verfahren, bei welchen die Edelmetalle nur als Nebenproducte erhalten werden, giebt es nun auch eine grössere Anzahl solcher, welche sich einerseits mit der Raffination, andererseits mit der directen Gewinnung der genannten Metalle aus ihren Erzen befassen, bzw. bei den zuletzt genannten Operationen eine active Rolle spielen.

#### 1) Raffination der Edelmetalle.

a) Scheidung des Goldes von den Metallen der Platingruppe. Das metallurgisch raffinierte Gold ist stets mit grösseren oder

kleineren Mengen von Platin, Palladium, Iridium und Osmium, Metallen der sogenannten Platingruppe, verunreinigt. Unter Anwendung eines „combinirten“ elektrometallurgischen Verfahrens gelingt die Scheidung des Goldes von seinen Begleitern mit grösster Leichtigkeit, und hat diese zuerst von der Norddeutschen Affinerie in Hamburg (1880) angewandte Methode zur Darstellung eines hochfeinen Goldes allgemeine Verwendung gefunden.

Das Verfahren besteht darin, dass eine reine und neutrale Goldchloridlösung, unter Anwendung von Kathoden aus reinem Gold und Anoden aus dem zu reinigenden Material, der Elektrolyse unterworfen wird; bei richtigen Stromverhältnissen geht an der Anode nur das Gold in Lösung, während die Metalle der Platingruppe als Schlamm zu Boden fallen.

b) Zur Scheidung des Silbers von Kupfer in alten Münzen oder sonstigen Silberkupferlegierungen wurde von M. Kiliiani (1883) ein Verfahren angedeutet, darauf beruhend, dass es gelingt, aus einer neutralen Lösung der salpetersauren Salze des Silbers, Kupfers und anderer Metalle (mit Ausnahme von Quecksilber, Gold, Platin) das Silber allein auszufällen. Die hierzu erforderlichen Bedingungen sind zwar nicht schwer herzustellen; doch erfordert die Durchführung des Verfahrens infolge der sehr geringen Stromdichte, bei welcher die Ausfällung des Silbers vorzunehmen ist, einen geradezu enormen Zeitaufwand, so dass seine praktische Verwendbarkeit anzuzweifeln ist.

#### 2) Verwendung der Elektrolyse bei der Gewinnung von Gold und Silber durch Amalgamation.

Hier haben wir es mit einem indirecten elektrometallurgischen Verfahren zu thun, welches bezweckt: das zur Gewinnung der Edelmetalle durch die bekannten Amalgamationsverfahren verwendete Quecksilber stets im nöthigen Zustande der Oberflächenreinheit zu erhalten und auf diese Weise seine Wirksamkeit in bedeutendem Maasse zu steigern.

Das mit den zu amalgamirenden Erzen in Berührung gebrachte Quecksilber verliert nämlich schon nach kurzer Zeit seine Amalgamationsfähigkeit, indem es sich mit einer oxydischen Schicht überzieht — eine Erscheinung, welche man als „Krankwerden“ oder „Stumpfwerden“ des Quecksilbers bezeichnet. Das „krank gewordene“ Quecksilber ist auch, sozusagen, klebrig, d. h. es giebt Häute und lässt sich nur schwer und unvollkommen von den behandelten Gangarten trennen, wodurch grosse Verluste entstehen und die Extraction des Goldes eine nur unvollkommene ist. Nach den gewöhnlichen Amalgamationsverfahren dürften durchschnittlich nur etwa 70% — bei gewissen Erzen



kaum 60% — der Edelmetalle aus dem Erzgut gewonnen werden.

Unter Zuhilfenahme der Elektrolyse ist man nun im Stande, der Erscheinung des „Krankwerdens“ des Quecksilbers wirksam entgegenzutreten. Das geschieht in der Weise, dass man das zur Amalgamation dienende Quecksilber während der ganzen Dauer der Operation der reducirenden Wirkung des elektrolytischen Wasserstoffs aussetzt; unter diesen Umständen ist die Bildung einer oxydischen Schicht an der Oberfläche des Quecksilbers ausgeschlossen, so dass man mit einer bedeutenden Ersparniss an Quecksilber arbeiten kann.

Die hierzu benöthigten Apparate, welche „Elektroamalgamatoren“ genannt sein mögen, bestehen aus einer Zersetzungszelle, in welcher eine Quecksilberschicht als Kathode einer unlöslichen Anode in angesäuertem Wasser oder einer Alkalisalzlösung gegenübersteht; das zu amalgamirende Erzmaterial wird durch geeignete mechanische Vorrichtungen über die Quecksilberschicht langsam hinweggeführt.

Dieses zuerst von R. Barker (1882) angegebene Princip wurde im Laufe der Zeit von C. Bonnet (1883), M. Body (1883), B. Molloy (1884), A. Vogelmann (1887), G. Atkins (1887), Rae (1887), S. Dahl (1888) und anderen zur Construction von Elektroamalgamatoren benützt. Unter diesen Apparaten hat der von Molloy eine ausgedehnte Verwendung gefunden und soll deshalb kurz beschrieben werden.

In der Mitte einer grossen, zum Theil mit Quecksilber angefüllten eisernen Schale, welche als negative Elektrode dient, befindet sich eine poröse Thonzelle angebracht, welche zur Aufnahme der aus Blei hergestellten Anode dient. Auf dem Quecksilber schwimmt eine runde, eiserne Scheibe, welche durch geeignete mechanische Vorrichtungen um die poröse Thonzelle in Rotation versetzt wird; Schale und Zelle werden mit einer verdünnten Natriumsulfatlösung (oder mit verdünnter Schwefelsäure) angefüllt. Das fein gepulverte Erz wird in der Nähe der Thonzelle eingeführt und durch Centrifugalkraft zwischen Quecksilber und Scheibe allmählig zur Peripherie gedrückt, woselbst es dann fortgeschwemmt wird. Der nöthige Strom wird durch eine kleine Dynamomaschine geliefert. Durch diese Einrichtung ist eine denkbar innigste Berührung des Erzgutes mit dem stets quickfähigen Quecksilber erreicht worden, und soll die Extraction der Edelmetalle, bei minimalen Verlusten an Quecksilber, eine nahezu vollständige sein.

Anschliessend an die Verfahren der Elektroamalgamation wollen wir auch der Vorschläge von P. Designolle (1880) und A. Schanschieff

und D. Marks (1887) gedenken, bei welchen die Amalgamation der fein zertheilten und in einer Quecksilbersalze enthaltenden Flüssigkeit durch Rührvorrichtungen in Schwebelage gehaltenen Erze, durch das aus der genannten Flüssigkeit elektrolytisch ausfallende, fein zertheilte Quecksilber bewerkstelligt wird.

### 3) Gewinnung von Edelmetallen aus Erzen.

Die elektrometallurgische Gewinnung von Edelmetallen aus Erzen hat mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen, deren Grund einerseits in der grossen Widerstandsfähigkeit solcher Erze gegen den Einfluss lösender Agentien, andererseits aber auch in der Unvollkommenheit der partiellen Scheidung der Edelmetalle aus den betreffenden Lösungen liegt. — Daher kommt es wohl, dass von den zahlreichen in Vorschlag gebrachten Methoden bislang noch keine bedeutende praktische Erfolge aufzuweisen hat. In Anbetracht dieses Umstandes glauben wir uns damit begnügen zu können, diese Methoden hier nur im Princip anzudeuten.

a) Zur Gewinnung von Gold aus Erzen benützt A. Scott (1883) ein „combinirtes“ Verfahren, bei welchem als Elektrolyt eine Alkalichloridlösung verwendet wird; die Erze werden durch das an einer unlöslichen Anode auftretende Chlor in Lösung gebracht, aus welcher das Gold theils elektrolytisch, theils auf chemischem Wege ausgefällt werden kann. Ganz ähnlich sind die Verfahren von H. Cassel (1884) und C. Stolp (1886).

b) Einen weiteren, ebenfalls von J. Noad (1886) gemachten Vorschlag zur Trennung der Edelmetallerze von der sie begleitenden Gangart behufs weiterer bequemer Verarbeitung glauben wir — wegen seiner Originalität — auch anführen zu müssen. Der Vorschlag geht dahin, die in der Gangart zerstreuten Erztheilchen auf elektrolytischem Wege mit Eisen zu überziehen, wonach sie unter Zuhilfenahme eines Magneten abgesondert werden können.

[897]

## RUNDSCHAU.

Die Geschichte der Gasfabrikation gehört zu den interessantesten Kapiteln in der Geschichte der Industrien. Denn einerseits zeigt sie, wie es blos einer geringen Abänderung in der Anwendung eines längst benutzten Princip bedarf, um auf dieselbe eine unabsehbare Fülle neuer Gewerbe aufzubauen, andererseits ist sie das schönste Beispiel von der Schwerfälligkeit, mit der sich die grosse Masse der Menschen selbst solchen unbedeutenden Aenderungen anpasst. Wir haben es wiederholt an dieser Stelle hervorgehoben, dass zwischen der alten Lampen- und Kerzenflamme und zwischen dem modernen Gaslicht principiell nur ein sehr geringer Unterschied obwaltet; in beiden verbrennt ein Gemisch



brennbarer, kohlenstoffhaltiger Gase, welches durch Ueberhitzung aus nichtflüchtigen, organischen Substanzen erzeugt wurde. Dass dieses Rohmaterial im einen Falle ein Fett, im andern Steinkohle ist, ist von untergeordneter Bedeutung, denn die Erzeugung von Gas bei der trockenen Destillation ist eine gemeinsame Eigenschaft aller organischen Substanzen. Der Unterschied zwischen Kerzen- und Gaslicht liegt lediglich in der Thatsache, dass im einen Falle das Gas am Erzeugungsorte verbrannt, im andern Falle aber durch Rohrleitungen auf grosse Entfernungen fortgeleitet wird. Wie lange aber hat es gedauert, bis man in dieser Trennung von Erzeugung und Verbrauch überhaupt eine technisch verwertbare Neuerung erkannte? Schon 1726 bestimmte Stephen Hales die Menge der von Steinkohle bei ihrer Erhitzung abgegebenen Gase. Die von ihm gefundenen Zahlen sind genau dieselben, welche noch heute als normale Ausbeute an Leuchtgas gelten. 1739 arbeitete Clayton, 1767 Watson über denselben Gegenstand; keiner dieser Forscher dachte auch nur daran, dass in seinen Arbeiten der Kern einer grossen und wichtigen Industrie gegeben sei. Auch Lord Dundonald kam nicht auf diesen Gedanken, als er das in seinen Cokereien massenhaft gewonnene Gas in grossen Gefässen aufzusammeln und zum Gaudium der auf seinem Schlosse versammelten Gäste entzünden liess. Die Frage, welche wir bei jeder Beobachtung aufwerfen: „Wie lässt sich das Gesehene gewerblich verwerten?“ wurde eben in früheren Zeiten nur selten angeregt, und gerade darin liegt der gewaltige Unterschied des neunzehnten von allen früheren Jahrhunderten.

Als dann 1792 Murdoch den Werth der Gasfabrikation erkannte, drang er mit seinem Gedanken nicht durch. Es bedurfte der Marktschreierei eines Windbeutel, wie Winzer es war, um das grosse Publicum zu einigem Interesse in der Sache anzuregen. Es musste erst Geld verloren werden, ehe man mit Energie der neuen Industrie sich zuwandte; vielleicht wäre alles doch wieder in's Stocken gerathen, wenn nicht zur rechten Stunde ein technisches Genie, wie Samuel Clegg, sich der jungen Industrie angenommen hätte. Aber auch seine Arbeit war ein Kampf gegen Aberglauben und Vorurtheil. Die Scene, welche sich einst auf der ersten Gasfabrik abgespielt hat, wäre ein passender Gegenstand zu einem grossen historischen Gemälde: Clegg, der sich vergeblich abgemüht hat, den versammelten Vätern der Stadt London die Gefährlosigkeit des Gases auseinanderzusetzen, greift in Verzweiflung zu einem letzten Ueberzeugungsmittel, indem er mit einer Axt ein Loch in seinen grossen Gassammler schlägt und das ausströmende Gas mit einer Fackel entzündet. Die verdutzten Gesichter der hochweisen Obrigkeit, beleuchtet von der lodernen Gasflamme, wären ein würdiger Vorwurf für den Pinsel eines Menzel.

Heute aber, nachdem kaum siebzig Jahre seit jener Scene verflossen sind, ist uns das Gas ein unentbehrliches Bedürfniss geworden. Unberechenbar ist der Werth der über die ganze Welt verbreiteten Gasfabriken, unberechenbar der von ihnen geleistete Nutzen. Eine ganz neue, glänzende Industrie ist allein auf die Verwerthung der Nebenproducte der Gasfabrikation aufgebaut worden, und diese Industrie des Steinkohlentheers hat wiederum zur Begründung ganz neuer Zweige der wissenschaftlichen Chemie geführt. Unsere ganze moderne Textilindustrie, die Technik der Desinfectionslehre, die neuere Richtung in der Herstellung von Heilmitteln, ein ganz neuer Zweig der chemischen Grossindustrie — sie alle stehen auf den Schultern der Gasfabrikation, welche immer weiteren und weiteren Umfang gewinnt. Schon ist Gas das verbreitetste Beleuchtungsmittel, in wenigen Jahren wird es auch als Heizstoff eine gebietende Stellung einnehmen und, wenigstens in Städten, alle anderen verdrängt haben.

Jetzt wo der Werth des Gases als Leucht- und Heizmaterial erkannt ist, überstürzt sich die Technik in der

Ersinnung immer neuer Methoden zur Herstellung brennbarer Gase; und da ist es namentlich ein Problem, an dem mit fieberhafter Hast gearbeitet wird, die Erzeugung brennbarer Gase direct aus Kohlenstoff. Hier liegt wieder ein Schritt vom Erkannten zum Neuen vor: Bisher konnten wir nur Gase aus organischen Substanzen gewinnen, welche uns als Verbindungen von Kohlenstoff mit Wasserstoff von der Natur geboten wurden; die Gasfabrikation, wie sie heute betrieben wird, ist keine technische Synthese, sondern sie ist nur eine Umformung fester Substanzen in gasförmige. Dabei wird der grösste Theil des in den festen Substanzen enthaltenen Kohlenstoffs als solcher, als Coke ausgeschieden. Gelänge es nun, diesen wieder in Gase zu verwandeln und auch den in der Natur als Anthracit reichlich vorhandenen Kohlenstoff dem gleichen Zwecke dienstbar zu machen, so wäre damit eine neue, unendlich reiche Quelle brennbarer Gase erschlossen. Bisher ist dieses Problem nur theilweise gelöst, aber schon diese partielle Lösung ist von der durchgreifendsten Wichtigkeit für die Industrie geworden.

Das Geheimniss der directen Vereinigung von Kohlenstoff mit Wasserstoff haben wir, trotz aller Fortschritte auf dem Gebiete der Chemie, der Natur bisher nicht abzulauschen gewusst, und wenn wir es besässen, so würde es uns doch an einer ausreichenden Quelle für Wasserstoff fehlen, denn dieses Element wird uns nur in Form von Wasser in Verbindung mit Sauerstoff dargeboten. Das Vorkommen freien Wasserstoffs ist an die Jugendzustände der Himmelskörper gebunden. Auf der Sonne und auf Fixsternen sehen wir meilenlange Wasserstoffflammen emporlodern, auf unserm alternden Planeten sind nur die Oeane die Zeugen dafür, dass einst, vor Jahrmillionen, auch die Erde ein Ball von brennendem Wasserstoff war.

Wenn wir also den Kohlenstoff vergasen wollen, so bleibt uns nur das eine Mittel übrig, ihn mit Sauerstoff zu derjenigen Oxydationsstufe zu verbinden, welche, als Kohlenoxyd, noch weiterer Sauerstoffaufnahme, also weiterer Verbrennung fähig ist. Dies thun wir bei der Erzeugung der Generatorgase, welche in einer unvollständigen Verbrennung von Coke, Holzkohle oder Anthracit durch Luft besteht. Die Generatorfeuerung ist vollständig epochemachend gewesen für die gesammte Metallurgie, die Glasfabrikation, ja sogar für die Gasfabrikation selbst. Generatorgase, aus dem abfallenden Coke erzeugt, liefern heutzutage durch ihre Verbrennung die Gluth, welche zur Erzeugung von Gas aus Steinkohlen erforderlich ist.

Aber wenn wir die Luft, welche nur ein Fünftel Sauerstoff enthält, zur Gaserzeugung benutzen, müssen wir ihre vier Fünftel Stickstoff mit in den Kauf nehmen und als werthlosen Ballast mitschleppen. Es schien daher ein grosser Fortschritt, als man fand, dass weissglühender Coke auch in einem Strom von Wasserdampf verbrennt. Dabei entsteht Kohlenoxyd und als Nebenproduct wird Wasserstoff erhalten, also ein brennbares Gas von einem Heizwerth, wie ihn kein anderes Brennmaterial besitzt. Das „Wassergas“ schien somit das Ideal eines Heizgases und, mit Hilfe gewisser Kunstgriffe, auch eines Leuchtgases zu sein, ein Gas von enormem Heizwerth, nicht condensirbar, geruchlos, und frei von dem im Steinkohlengas so lästigen und unvermeidlichen Schwefel. Es hat daher an den enthusiastischen Vorkämpfern für die Einführung des Wassergases nicht gefehlt. Auch heute kann man dasselbe nicht als definitiv abgethan ansehen, obgleich man freilich die Erwartungen, die sich an dasselbe knüpften, gar sehr herabgestimmt hat. Das Wassergas besitzt nämlich einen enormen Fehler, es ist furchtbar giftig infolge seines hohen Gehaltes an Kohlenoxyd. Schon im Leuchtgas lassen sich geringe Beimengungen dieses Körpers nicht ganz vermeiden, daher ist Leuchtgas giftig. Aber Wassergas enthält über 30 Proc. dieses Giftes als normalen Bestandtheil, dabei ist es völlig geruchlos, es kann also

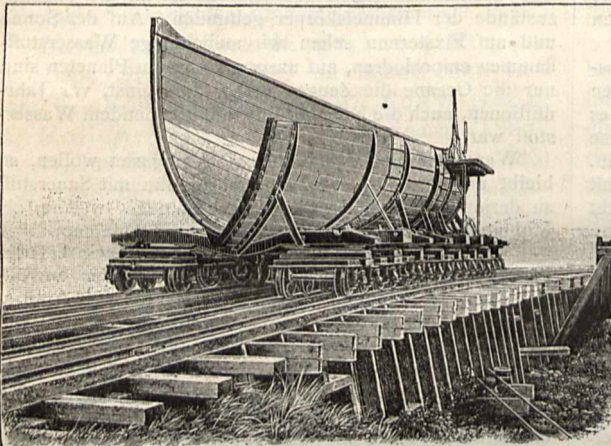


in grossen Mengen ausströmen, ohne dass man dies, wie es bei Leuchtgas der Fall ist, sofort bemerkt. Unter solchen Umständen wäre die allgemeine Einführung des Wassergases leichtsinniger, als wenn man in allen Strassen öffentliche Brunnen aufstellen wollte, die mit einer concentrirten Lösung von arseniger Säure gespeist wären. An dem Tage aber, wo es gelingt — und heutzutage soll man die Möglichkeit auch schwieriger technischer Probleme nicht anzweifeln — dem Wassergase seine giftigen Eigenschaften zu nehmen, an diesem Tage wird die Heizungs- und Beleuchtungstechnik den dritten grossen Schritt gethan haben, der mit der völligen Abschaffung aller festen und flüssigen Brennstoffe gleichbedeutend sein wird. [924]

\* \* \*

**Schiffsbahnen.** (Mit Abbildung.) Wir erwähnten Jhrg. I, S. 206 des dem Ingenieur William Smith in Aberdeen patentirten Systems der Beförderung von Schiffen über Land und theilten einige Zahlen mit, aus denen allerdings hervorgeht, dass diese Art der Lösung der Kanalfrage, bezw. der Frage der Kanäle für Seeschiffe, vom finanziellen Gesichtspunkte aus entschieden den Vorzug verdient. Smith hat auf der diesjährigen Edinburger Ausstellung ein Modell seiner Schiffsbahn ausgestellt, welches wir nach *Engineering* dem Leser anbei im Bilde vorführen.

Abb. 100.



Die Modelllinie weist, wie ersichtlich, zwei Geleise, auf welchen zwei lange Plattformwagen mit verstellbaren Achsen dahinfahren. Auf denselben ruhen Balken, welche eine Art Wiege tragen, in welcher das Schiff gebettet liegt. Innen ist die Wiege mit Gummisäcken ausgefüllt, die mit Wasser gefüllt und oben offen sind. Liegt das Schiff auf, so steigt das Wasser in den Säcken dem Gewicht des Fahrzeuges entsprechend, also bis zu dessen Wasserlinie. Das Schiff ruht also gleichsam doch auf Wasser und macht, da die Unterlage elastisch, alle Bewegungen des Wagens mit.

Der berühmte Schiffbauer Sir E. J. Reed sowohl, wie der Ingenieur Knippile haben über die Schiffsbahn von *Engineering* mitgetheilte Berichte verfasst, in welchen sie sich über die Sache sehr günstig aussprechen. Sie meinen u. A., die Smith'sche Erfindung sei als die einzig praktische Lösung des Problems anzusehen, ein Schiff auf einer Eisenbahn mit Krümmungen und wechselnden Gefällverhältnissen über Land zu befördern.

Smith nimmt u. a. Schiffsbahnen von Bristol nach Weymouth, von Liverpool nach Hull und nach Gloster am Meerbusen von Bristol, sowie zwei Bahnen quer durch Schottland in Aussicht. Hoffentlich wird es ihm vergönnt, wenigstens ein oder das andere Project auszuführen. Me. [886]

**Betriebsresultate der New Yorker Strassenbahnen.** Nach dem *Railroad and Engineering Journal* gestaltet sich der Verkehr auf den Strassenbahnen New York's wie folgt:

	Im Jahre	1889	1888
beförderte die Hochbahn		179 497 433	171 528 789
„ „ Pferdebahnen		209 386 816	205 383 797
Im Ganzen		388 884 249	376 912 586

Fahrgäste. Die Anzahl der Fahrgäste ist also im letzten Jahre um etwa 3 Proc. gewachsen. — Die Hochbahn verfügt gegenwärtig über 291 Locomotiven und 901 Waggons, die Pferdebahnen über 2373 Wagen und 14464 Pferde. Die Hochbahn soll durch mehrere neue Linien erheblich erweitert werden. Zahlreiche Pferdebahngesellschaften wollen den Betrieb nicht mehr durch Pferde, sondern durch Elektrizität erfolgen lassen. Bi. [801]

\* \* \*

**Die Elektrizität auf Kriegsschiffen.** Einem Berichte im *Génie civil* über die Anwendungen der Elektrizität auf der französischen Flotte entnehmen wir, dass man anfängt, den elektrischen Strom nicht bloss zu Leuchtzwecken, sondern auch zur Kraftübertragung zu benutzen. Es werden die Scheinwerfer von der Commandobrücke aus in die gewünschte Richtung gedreht, namentlich solche, die vorne nahe der Wasserlinie angeordnet sind. Ferner dient die Elektrizität zum Abfeuern und Richten der Geschütze, zum Betriebe von Ventilatoren, Bohrmaschinen, Winden u. s. w. Hier ersetzt sie die sperrigen hydraulischen Kraftübertragungen oder die Hilfsdampfmaschinen mit ihren gleichfalls sperrigen und im Kampfe so leicht beschädigten Dampfleitungen. Vorläufig geschieht dies allerdings nur versuchsweise; doch zweifelt die erwähnte Zeitschrift an der definitiven Einführung keinen Augenblick. A. [819]

\* \* \*

**Kreuzer mit dreifachen Schrauben.** Die Firma Cramp in Philadelphia erhielt, laut *Engineering*, den Auftrag zum Bau eines Kreuzers mit drei Schrauben, welche von je einer Dreifach-Expansionsmaschine getrieben werden. Die Mittelschraube liegt etwas weiter nach hinten, als die beiden Seitenschrauben. Die drei Maschinen zusammen sollen 21 000 Pferdestärken aufweisen und dem Schiffe eine Geschwindigkeit von 21 Knoten verleihen. Der Kreuzer würde also selbst die schnellsten Passagierdampfer einholen. Seine Länge ist auf 120 m bemessen. D. [825]

\* \* \*

**Ballonfahrt nach dem Nordpol.** Nach der *Revue scientifique* beabsichtigen Besançon und Hermite, falls sie die benötigten 450 000 M. zusammenbringen, den Versuch der Erreichung des Nordpols zu wagen. Dies soll mittelst eines 150 000 m<sup>3</sup> Wasserstoff fassenden Luftschiffes geschehen, welches 16 500 kg zu heben vermag. Die Seiden-Hülle soll doppelt und einem Drucke von 1000 kg gewachsen sein. Die Reisenden nehmen vier Lootsen-Ballons (*ballonnets-pilotes*) von je 50 cbm und vier Reserve-Ballons von je 350 m<sup>3</sup> mit, die den Wasserstoffvorrath des Hauptballons ergänzen sollen. Ein sehr schweres, zugleich als Treibanker wirkendes Leitseil soll es verhüten, dass das Luftschiff zu hoch steigt. Die Gondel besteht aus Stahl und Korbweide. Bedenklich erscheint, dass die Reisenden nur für einen Monat Lebensmittel mitnehmen wollen. Anscheinend würden sie in der Nähe der Behringstrasse aufsteigen. V. [822]