oxyden, kann durch Aussetzen einer Hitze, welche derjenigen gleich ist, bei welcher das Zinkoxyd auf trockenem Wege gebildet wird, oder dieser doch nahe kommt, in ein weisses umgewandelt werden.

Ueber das Verhalten der Höllenstein- und Kupfer- vitriollösung zu verschiedenen Metallen;

von

Dr. H. K. Geubel in Frankfurt a. M.

Da sich die Chemiker in der neueren Zeit mit der Darstellung von künstlichen Vegetationen, sogenannten Metallbäumchen oder chemischen Bäumen (*Vegetationes metallicae*) nicht beschäftigt haben, so lag mir daran diesen Gegenstand einmal aufzunehmen. Ich erlaube mir nun, die bis jetzt gemachten Erfahrungen den Chemikern mitzutheilen, zunächst die bei der Darstellung des Silber-, Dianen- oder philosophischen Baumes (*Arbor Dianae seu A. philosophica*), dann die bei der Erzeugung eines Kupfer- oder Venusbaumes gemachten.

I. Verhalten verschiedener Metalle zu einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd.

A. Ausscheidung des Silbers durch in der Silberlösung senkrecht aufgehängte Metalle.

Dass die verschiedenen Metalle zur Höllensteinsolution ein unterschiedenes Verhalten zeigen, ist bekannt. Das merkwürdigste Verhalten zeigt, wie ich unten angeben werde, das Eisen. Ich theile zunächst das Verhalten des Zinks mit.

Bringt man ein Zinkstäbchen in eine Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, so erscheint augenblicklich ein schwarzer Ueberzug von metallischem Silber, worauf sich aber sogleich silberglänzende Flittern erzeugen, jedoch nicht immer sogleich überall, denn einzelne Stellen bleiben zuweilen $\frac{1}{2}$ — 1 Minute länger dunkel, ehe hier Silberflittern

zum Vorschein kommen. Nach einigen Minuten werden die weissen Flittern oder Blättchen schwärzlich, es erzeugen sich auf denselben ganz feine schwarze Verzweigungen. Nach unten entstehen aber alsdann schöne weisse Dendriten, welche oft an einzelnen Stellen eine goldgelbe (oder auch nur eine gelbliche, zuweilen mit einem Stich ins Schwarze) Farbe annehmen; ja, es nimmt wohl selbst die ganze Masse, welche Schweife bildet, deren 10—20, nicht selten sogar über 400 neben einander hängen und aus kleinen Blättchen bestehen*), eine mehr oder weniger gelbe Farbe an. Die Flüssigkeit selbst färbt sich dabei oft ziemlich dunkel, mehr oder weniger violett oder bläulich. Nach einigen Stunden ist eine Entwicklung von Wasserstoffgas bemerkbar, indem durch das elektrische Verhältniss der beiden Metalle, des Silbers und Zinks, eine Wasserzersetzung statt hat, während ich bei Anwendung des Kupfers als Fällungsmittels keine Sauerstoff-Entwicklung wahrnehmen konnte, was darin begründet ist, dass das sich ausscheidende Silber nicht, wie beim Zink, eine feine, flockig-voluminöse Beschaffenheit zeigt**). Bei Anwendung von Kupfer geht übrigens auch das Wachsen des Dianenbaumes nicht so energisch vor sich, als wenn wir Zink mit der Silberlösung zusammenbringen***).

Versetzt man die Auflösung mit einigen Tropfen Salpetersäure, so erscheinen nur sehr wenige, und zwar erst

*) Auch kommen, wie beim Bleibaum, federbartartige Blättchen vor, bald breite, bald schmale u. s. w. Ob die angegebene Silberlösung noch mit dem halben Volumen Wasser verdünnt wurde, oder nicht, schien mir keinen Einfluss auf die Dendritenbildung zu haben.

**) Sehr viele Gasblasen bemerkte ich, als ich Chlorsilber in einer grossen Menge Ammoniakflüssigkeit auflöste und ein Zinkstäbchen hineinstellte; es scheidet sich in diesem Falle das Silber als eine sehr flockige, schwarze Masse aus, welche indessen zuweilen an der Gefässwandung schöne Verzweigungen zeigte.

***) Setzen wir Zink mit einer Bleilösung in Beziehung, so erfolgt die Bleiauscheidung noch langsamer, eben weil die Differenz, somit die elektrische Thätigkeit zwischen Zink und Blei eine geringere ist, als zwischen Zink und Silber.

spät, schwarze Dendriten, nur hier und dort sind einige zu bemerken. Nach einiger Zeit, besonders dann, wenn das weisse Silber ausgeschieden ist, kommen, indem das Zink von der freien Säure aufgelöst wird, Bläschen von Stickoxydgas zur Erscheinung.

Zur Darstellung eines Silberbaumes mittelst Zinks ist es also gut, die Lösung schwach anzusäuern; die wenigen Gasbläschen, welche sich später entwickeln, beeinträchtigen die Dendritenbildung fast gar nicht. Zu beachten ist aber, dass man nicht zu viel Salpetersäure zusetzt, in welchem Falle sich zu frühzeitig und zu viel Blasen entwickeln, wodurch die Silbermasse oft bedeutend erschüttert und zerstört wird; ich bemerkte auch, dass die das ganze Gläschen ausfüllenden Dendriten plötzlich sich zusammenzogen, emporstiegen und hier stehen blieben. — Setzt man sehr viel Salpetersäure hinzu, auf 3 Volum. Silberlösung 1 Volum. Säure, so wird momentan Silber als eine schwarze, flockige und voluminöse Masse ausgeschieden, aber sogleich von der vorhandenen Salpetersäure zum Theil wieder aufgelöst; es entsteht eine heftige Gasentwicklung, und die Temperatur ist so bedeutend, dass man das Glasgefäss kaum anzufassen vermag. Aber nur in den ersten Augenblicken wird viel Silber präcipitirt, später weniger, so dass das nachher sich entwickelnde Stickoxydgas bloss durch das sich auflösende Zink seine Entstehung findet. Ist die freie Salpetersäure auf diese Weise vollständig zersetzt worden, so erfolgt wieder eine nicht unbedeutende Ausscheidung von Silber, theils als eine hellgraue, theils als schwarze Masse auftretend. Merkwürdig ist es, dass die voluminöse schwarze Silbermasse oft momentan eine gräulich-weisse Farbe annimmt, was in nichts Anderem, als in einer Cohäsionsänderung begründet ist.

Aus dem Dargelegten ergibt sich nun, dass die hierauf bezüglichen Angaben in Gmelin's Handbuch der Chemie (Bd. 3. p. 598) nicht ganz richtig sein können.

Bringen wir einen Kupferstreifen in die Silberlösung, so erscheinen sogleich weisse Flittern, fast gar keine schwarze

Masse, wie bei Anwendung von Zink. Erst später, nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde erscheinen auf den schönen weissen Blättchen schwarze, jedoch nur sehr wenige Dendriten, gleichsam nur schwarze Pünctchen. Es bilden sich prächtige weisse Schweife, welche indessen schon durch schwaches Aufstossen oder Inbewegungsetzen des Gläschens leicht abfallen. In einem Falle war die Hälfte der Masse abgefallen, aber es erzeugten sich bald wieder mehrere, etwa zehn Schweife von verschiedener Länge, welche ziemlich entfernt neben einander hängen; es gewährten diese einen schönen Anblick. Diese Dendriten sind selbst den folgenden Tag noch vollkommen weiss, man findet sogar an der ganzen Masse zuweilen keine Spur von Schwarz, es zeigt also das Kupfer ein ganz anderes Verhalten, als das Zink.

Was bei der Benutzung des Kupfers zur Darstellung eines Dianenbaumes unangenehm erscheint, ist dass die schönen weissen Dendriten durch das entstehende salpetersaure Kupferoxyd einen grünlich-blauen Schimmer erhalten.

Da das durch das Kupfer präcipitirt werdende Silber nicht jene flockige Beschaffenheit zeigt, wie es bei Anwendung von Zink statt hat, auch die Differenz beider Metalle geringer ist, so sind hier keine Wasserstoffgasbläschen wahrzunehmen.

Mit Recht nimmt Prof. Erdmann bei Processen dieser Art ein elektrisches Verhältniss an, obgleich noch einige Zweifel hegend. Er spricht dasselbe in seinem Lehrbuch der Chemie, 4. Aufl. p 212 aus.

Ein Streifen von Blei überzieht sich in der salpetersauren Silberlösung sogleich mit schwarzen Dendriten, welche meistens einige Linien lang sind; zugleich sieht man mehrere weisse Ströme, aus salpetersaurem Bleioxyd bestehend, einige Zeit lang neben einander herabkommen. Dieser pulverförmige Körper bewirkt, indem er sich zu Boden setzt, dass bald die ganze Flüssigkeit milchig-trübe wird. An den Ecken des Bleistreifens erscheinen dann

weisse Silberblättchen, welche sich jedoch bald mit einer schwarzen flockigen Silbermasse bedecken.

Ein Zinnstäbchen in die Silbersolution gebracht, überzieht sich schnell mit schwarzem moosförmigem Silber, dann erscheinen auch zuweilen einzelne, schwierig wahrnehmbare Silberblättchen, welche sich jedoch bald mit einer schwarzen, flockigen Masse bedecken, die oft fast das ganze Glasgefäss ausfüllt. Es erzeugen sich zwar meistens unten an der schwarzen moosförmigen Masse Schweife, welche aber keine silberweisse Farbe zeigen, vielmehr grau erscheinen. Auch hier erfolgt ein Trübwerden der Flüssigkeit; es kommen hier sogleich entweder weisse Ströme herab, oder es entsteht an einigen Stellen eine starke Trübung, so dass dann bald die ganze Auflösung milchig-trübe wird. Hieraus geht hervor, dass auch das Zinn zur Darstellung des Dianenbaumes nicht geeignet ist.

Wismuth überzieht sich langsam mit kleinen glänzenden Silberflütern, welche sehr leicht, zum Theil schon von selbst allmählig abfallen, durch welches Verhalten wir das Wismuth von anderen Metallen unterscheiden können. Es steigen dabei weisse Massen empor, die Flüssigkeit wird milchig-trübe, jedoch bald wieder klar. Erst nach mehreren Stunden erscheinen einige aus glänzenden Flütern bestehende Schweife, welche äusserst leicht abfallen, also eine geringe Cohärenz zeigen. Den folgenden Tag bemerken wir oft über zolllange, sehr zarte Schweife, die theils Silberglanz zeigen, theils grau und matt sind.

Wenn wir Antimon mit der Silberlösung zusammenbringen, so sehen wir anfangs keine Veränderung. Nach kurzer Zeit jedoch werden grauliche Pünctchen auf dem Metalle sichtbar, welche erst nach mehreren Stunden deutlich hervortreten; an einzelnen Stellen erscheinen kleine, einige Linien lange Anhäufungen von grauen Flütern. Den folgenden Tag findet man schon etwa zolllange hellgraue Schweife und an diesen einzelne deutliche, theils gezähnte, theils gelappte Blättchen, ebenfalls von hellgrauer Farbe und nur wenig Glanz zeigend.

Ein Stahlstift, welcher in die Silberlösung gebracht wurde, überzog sich augenblicklich mit Silber, und zwar so rasch, dass nach einigen Minuten das ganze Gläschen mit Silberdendriten angefüllt war, jedoch aus lauter kleinen weissen Flittern bestehend. Ein anderer Stahlstift, dem ersteren ganz ähnlich, vermochte kein Silber auszuscheiden, und jener, welcher so energisch das Silber fällte, that es nicht mehr sogleich, nachdem er herausgenommen worden war und einige Minuten an der Luft gelegen hatte; erst nachdem er einige Stunden mit der Silberlösung in Berührung war, fing er an, und zwar schnell, sich mit Silberblättchen zu überziehen.

Ein Eisennagel überzog sich zwar bald mit Silber, jedoch mit einer äusserst dünnen weissen Haut; nur an einer Stelle des Nagels erschienen einige Flittern, etwa von der Länge einer Linie. Aber warum gerade an dieser Stelle, und nicht überall? Die Beantwortung der Frage wird sich aus dem Folgenden ergeben.

Ich hatte drei andere Eisennägel; ich brachte sie in Höllesteinlösung, allein sie bewirkten nicht die Fällung des Silbers. Als ich sie aber einige Secunden in Salzsäure tauchte, dann abwusch und in die Silberlösung brachte, wurde rasch das Silber präcipitirt. Anstatt Salzsäure kann man sich auch der Schwefelsäure oder Salpetersäure bedienen. Es kommt auch zuweilen vor, dass in diesem Falle nur anfangs viel Silber ausgeschieden wird, nachher die Thätigkeit des Eisens oder Stahls wieder herabgestimmt wird. Man kann den in die Säure getauchten Nagel nicht nur abwaschen und abtrocknen, sondern sogar mittelst eines Messers vollkommen blank machen, ohne dass er die Fähigkeit, die Silberlösung zu zersetzen, verliert.

Taucht man einen indifferenten Nagel nur zur Hälfte in Salzsäure und trocknet ihn dann mit Papier ab, so setzt sich nur an diesen Theil, wenn er in die Silberlösung gebracht wird, das Silber ab, und keine Spur an die andere Hälfte. Befeuchtet man den Nagel nur an zwei Puncten, so kommen auch nur hier Dendriten zum Vorschein.

Ein Nagel, welcher kein Silber ausschied, that es am folgenden Tage, und hatte also durch blosses Liegenlassen an der Luft die zur Reduction des Silbers erforderliche Kraft erhalten.

Anstatt einen indifferenten Nagel in Säure zu tauchen, kann man ihn auch einige Secunden lang in einer Weingeistflamme erhitzen und dann, was am besten ist, sogleich in die Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd bringen*).

Die schönsten Dendriten erhält man, wenn Quecksilber in die Silberlösung gebracht wird, was wohl darin begründet ist, dass hier das Wachsen sehr langsam vor sich geht. So scheidet z. B. das Zink aus einer Silberlösung alles Silber in einigen Stunden aus, während das Quecksilber hierzu etwa zwei Tage nöthig hat. Diese Erscheinung hat darin ihren Grund, dass die elektrische Thätigkeit zwischen Silber und Quecksilber eine geringere ist, als zwischen Silber und Zink; in letzteren Metallen ist die gegenseitige Aufeinanderwirkung in Folge ihrer differenteren Natur bedeutender, als bei Silber und Quecksilber.

Es erscheinen meistens sehr lange silberglänzende Nadeln, theils sehr feine haarförmige, theils ziemlich dicke, und nur wenige Blättchen. Die Blättchen sowohl, als auch die Nadeln zeigen eine grosse Cohärenz, wodurch sich diese Silbermasse sehr von der durch die übrigen Metalle ausgeschiedenen unterscheidet. Zu bemerken ist noch, dass in einer zu verdünnten Silbersolution durch Quecksilber keine Silberpräcipitation statt findet, während es durch Kupfer in einer solchen Lösung ziemlich rasch geschieht, weil wir in letzterem Falle eine kraftigere Kette haben.

*) Eisen, welches durch eine Säure befeuchtet worden und in eine Auflösung eines Kupfersalzes gebracht wird, bewirkt in diesem Falle eine etwas raschere Ausscheidung von metallischem Kupfer. Erhält ja auch z. B. das Zink durch sein elektrisches Verhältniss zur Schwefelsäure die Kraft, das Wasser in seine Elemente aufzulösen.

Anfangs tritt zwischen dem Quecksilber und der Silberlösung eine elektrische Spannung hervor, wovon die Folge ein Zersetztwerden des salpetersauren Silberoxyds zunächst in Säure und Base ist, worauf dann diese mit dem Quecksilber in Polarität tritt und metallisches Silber (am negativen Pol oder der Katode) erzeugt wird. Jetzt erfolgt zwischen der Katode und Anode sowohl eine Zerlegung des salpetersauren Silberoxyds, als auch eine Wasserzersetzung, der Sauerstoff des Wassers tritt mit dem Quecksilber zusammen und bildet Quecksilberoxyd, mit welchem sich dann die Säure verbindet, während das am negativen Pol ausgeschiedene Silberoxyd von dem daselbst freiwerdenden Wasserstoff reducirt wird.

B. Ausscheidung des Silbers aus einer auf einer Glastafel dünn ausgebreiteten Schicht von salpetersaurem Silberoxyd.

Bringen wir auf eine Glasscheibe eine ganz dünne Schicht einer Höllesteinlösung, und in diese ein dünnes Zinkstäbchen, so kommen sehr rasch die schönsten Silberdendriten zur Erscheinung. Es erscheinen aber nicht nur weisse, sondern auch oft goldgelbe Dendriten, welche ebenfalls reines Silber sind und deren Farbe nur durch die unterschiedene Cohäsion oder Dicke des Silberblättchens bedingt ist *). Diese schönen goldgelben Dendriten bilden sich nicht nur um Zink, sondern auch um Kupfer, Eisen u. s. w., namentlich jedoch kommen sie bei Anwendung von Eisen zum Vorschein. Indessen tritt nicht nur stets die reine goldgelbe Farbe hervor, sondern es erscheinen auch mehr oder weniger gelbliche Silberverzweigungen in verschiedenen Nüancen.

Es erzeugen sich um das reducirende Metall entweder erst weisse, dann goldgelbe Dendriten, oder umgekehrt erst goldgelbe, dann weisse. Die weissen Dendriten färben sich zuweilen goldgelb, in andern Fällen legen sich gelbe neben oder an den weissen an. Auch schwarze

*) Ich erinnere an die verschiedenen Farben der Seifenblasen, an die dünneren Fischschuppen u. s. w.

Dendriten erscheinen nicht selten. — Manche der goldglänzenden Verzweigungen erscheinen beim Neigen oder Drehen der Glastafel von einem schönen blauen Saum umgeben; dasselbe gilt von manchen silberglänzenden, welche dann auch gewöhnlich goldgelb irisiren. Da, wo gleichsam nur ein Hauch von Flüssigkeit auf der Glasfläche sich befindet, bemerken wir äusserst zarte, oft die prachtvollsten Verzweigungen.

Das Eisen zeigt auch hier das oben angegebene merkwürdige Verhalten. Eisen, welches keine Dendriten um sich zu erzeugen vermag, braucht man nur mittelst eines Zink- oder Zinnblättchens etc. zu berühren (zuweilen nur 1 Secunde lang, oft aber auch, je nach dem Grade der Indifferenz, längere Zeit), und es beginnt alsbald die Dendritenbildung.

So wie hier, so auch entstehen die in der Mineralwelt, z. B. auf Basalt etc. vorkommenden Dendriten, obgleich diese aus oxydirten Metallen bestehen. Näheres hierüber habe ich in einem andern Aufsätze gesagt, auch bemerkt, dass die Bildung überhaupt durch das hervortretende Polaritätsverhältniss bedingt werde. (*S. meine »Physiolog. Chemie der Pflanzen, mit Rücksicht auf Agricultur,« pag 152 ff.*)

II. Verhalten des Zinks zu einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd bei Darstellung eines Kupferbaumes.

Obgleich der Dianenbaum schon seit einigen Jahrhunderten bekannt ist, so weiss man bis jetzt nichts von einem Venusbaume. Ich finde weder in den älteren, noch in den neueren chemischen Schriften irgend eine Angabe darüber. Trotzdem ich mir alle Mühe gegeben, eine Kupfervegetation darzustellen, so hat mir solches doch bis jetzt nicht vollkommen gelingen wollen. Ich theile daher vorläufig die bis jetzt erhaltenen Resultate mit.

Stellt man ein Zinkstäbchen in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so überzieht sich dasselbe bekanntlich, namentlich rasch bei einer gesättigten Lösung, mit einer braunen flockigen Masse von metallischem Kupfer.

Dendritenartige Gestalten, oder auch nur Andeutungen davon sind in diesem Falle nicht wahrzunehmen, weil hier die Thätigkeit zu gross ist, der Process zu energisch vor sich geht. Wohl aber treten dendritenartige Gebilde, aber keinen Kupferglanz zeigende hervor, wenn wir eine sehr verdünnte Kupfervitriollösung in Anwendung bringen. Jedoch dringen dieselben so ineinander, dass sie, wie es auch oft in der Mineralwelt bei Krystall- und Stalaktitenbildungen der Fall ist, in ihrer vollkommenen Ausbildung gehindert werden. Dieses ist nicht der Fall, wenn ihnen mehr freier Raum zu Gebote steht. Zu diesem Zwecke überzog ich ein Stück Zinkblech bis auf den Rand desselben mit Wachs, auf welchem sich dann die am Rande sich bildenden flockigen Dendriten gehörig ausbreiten können; auch erzeugt sich in diesem Falle, da die freie Zinkfläche (der Rand) eine ganz geringe Ausdehnung hat, nur wenig Wasserstoffgas, welches dadurch entwickelt wird, dass durch die beiden gegen einander polaren Metalle eine Wasserzersetzung bewirkt wird. Dieses wenige Wasserstoffgas kann somit keine merkliche Zerstörung des Gebildeten hervorrufen. Es bilden sich jetzt am Rande grössere und kleinere braune, schwarzbraune, auch hellrothe Gruppen, ähnlich den in der Natur vorkommenden staudenförmigen, tropfsteinartigen und traubenförmigen Gestalten, und zwar zuweilen die schönsten braunen Verzweigungen, namentlich am untern Ende des Zinkstäbchens, vielmehr Zinkblechs. Indessen habe ich auch einige Mal an einzelnen Stellen neben den braunen stalaktischen Formen einige metallglänzende, wirklichen Kupferglanz zeigende Dendriten wahrgenommen, welche eine bedeutende Cohärenz zeigten. Die Lösung war in diesem Falle sehr verdünnt und befand sich in einem ziemlich weiten Glase; sie hatte bereits mehrere Wochen ruhig gestanden, ehe sich diese schönen, glänzenden, kupferrothen Dendriten, welche jedoch ganz klein waren, bildeten. Während dieser Zeit hatte ich zuweilen einige kleine Kupfervitriolkryställchen in die Flüssigkeit geworfen, die Bildung ging demnach hier sehr langsam von Statten.

Es tritt also das Kupfer in unterschiedenen Farben auf, wir haben Uebergänge bis zu der wahren Kupferfarbe: 1) schwarzbraune bis braune Masse, 2) hellbraune bis rothe und 3) wirkliche cohärente Kupfermasse mit dem schönsten Metallglanz.

Würde es uns gelingen, eine bloss aus letzterer Masse bestehende Metallvegetation zu erhalten, so würde diese ohne Zweifel dem Auge einen schönen Anblick gewähren; wir würden eine Vegetation haben, welche den Zinn-, Blei- und Silberbaum an Schönheit weit übertrifft.

Die braunen Gebilde fallen sehr leicht ab, weshalb jede Erschütterung zu vermeiden ist. Zuweilen erscheinen an den Kanten des Zinks dicke, unformliche Massen; man thut in diesem Falle wohl, dieselben durch eine schwache Erschütterung zum Abfallen zu bringen, worauf dann ansehnlichere Dendriten zum Vorschein kommen.

Bringen wir auf eine Glastafel eine dünne Schicht einer Kupfervitriollösung und in diese ein dünnes Zinkblech, so erscheinen um dasselbe sehr feine braune oder rothe, jedoch keinen Metallglanz zeigende Dendriten, oft die schönsten Gestalten: Aeste und Zweige. Da, wo die Flüssigkeit eine dicke Schicht bildet, bemerkt man Wasserstoffgasbläschen, eben weil hier auch die Kupfermasse voluminös ist, die Dendriten flockig und undeutlich erscheinen. An Stellen aber, wo sich ganz feine Verzweigungen befinden, sind keine Gasbläschen wahrzunehmen. Wenn wir indessen eine zu dünne Schicht von Kupfervitriollösung aufbringen, so vertrocknet die Flüssigkeit zu rasch, namentlich an einem etwas warmen Orte, es entstehen Kryställchen von schwefelsaurem Kupferoxyd und die Dendritenbildung ist zu Ende. — Das Wachsthum geht übrigens langsam vor sich. Wenn Silberdendriten in 5 Minuten etwa $\frac{1}{3}$ Zoll lang geworden, so haben die Kupferdendriten in dieser Zeit wohl nur die Länge einer Linie erreicht.

Zuweilen habe ich in den braunen Dendriten einzelne, wirklichen Kupferglanz zeigende Bläutchen und Partikelchen wahrgenommen. Die Kupfervitriollösung braucht nicht

164 Verhalten des Zinks zu schwefelsaurem Kupferoxyd.

gesättigt zu sein, schon durch eine ganz verdünnte Lösung erreichen wir den Zweck; Hauptsache nur ist eine möglichst dünne Schicht.

Eine Auflösung von Chlorkupfer zeigt ein ähnliches Verhalten; es kommen auch hier zuweilen Kupferglanz zeigende Dendriten vor, namentlich wenn sie sehr fein auftreten. Wenden wir eine Auflösung von salpetersaurem Kupferoxyd an, so erscheinen gewöhnlich nur wenige, jedoch meist Kupferglanz zeigende Dendriten *).

Bringen wir ein Zinnblättchen in eine Kupfervitriollösung, so bemerken wir nur eine Spur von Dendriten, aber es zeigen dieselben meist Kupferglanz; rings um das Zinnblättchen erscheint eine milchichte Flüssigkeit, auf welcher sich ein Häutchen bildet.

Nachtrag.

Erhitzt man Zink mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd bis zu etwa 90°, so entwickelt sich bekanntlich Wasserstoffgas. Es beginnt aber die Gasentwicklung nach mehreren Augenblicken, nachdem der angegebene Temperaturgrad erlangt ist, plötzlich sehr stürmisch zu werden, selbst wenn man das Probirgläschen bereits aus der Weingeistflamme entfernt hat. Die Temperatur steigt jetzt so hoch, dass man das Gläschen zwischen den Fingern kaum zu halten vermag und die Flüssigkeit nicht selten herausgeschleudert wird. Es kommt also die Flüssigkeit durch den nunmehr statt findenden galvanischen Process ins heftigste Sieden. Das Aufwallen wird bald geringer, die Temperatur sinkt zur gewöhnlichen Lufttemperatur herab; aber es dauert dennoch die Wasserstoffgasentwicklung, nachdem bereits alles Kupfer metallisch ausgeschieden ist, fort, indem das Metall mit dem Zink eine galvanische Kette bildet, wodurch eine mehrere

*) Die schönsten Ausscheidungen und Krystallisationen des Kupfers vom stärksten Metallglanz erhält man aus salpetersaurem Kupferoxyd durch Phosphor.
H. Wr.