

identisch, obgleich nach den Untersuchungen von Kanonnikow ¹⁾ der Itaconsäure wegen ihres optischen Verhaltens die Formel der Trimethylen dicarbonsäure zukommen sollte. Die Säure löst sich leicht in Wasser, Alkohol und Aether. Durch Kochen der Säure oder deren Anhydrid mit in Wasser suspendirtem Calciumcarbonat erhält man beim Einengen des Filtrats das Calciumsalz in seidenglänzenden Krystallen, die sich im lufttrockenen Zustande als wasserfrei erwiesen (Ca gefunden 24.30, ber. 23.8 pCt.).

Die wässerige Lösung des Ammonsalzes der Trimethylen dicarbonsäure giebt mit Bleiacetat und Silbernitrat weisse krystallinische Niederschläge. Eisenchlorid erzeugt hellgelbe Flocken, die im Ueberschuss des Fällungsmittels löslich sind.

Unsere Arbeiten denken wir in dieser Richtung noch weiter auszudehnen, die Einwirkung von α - β -Dibrompropionsäureester auf Acetessigester ist bereits im Gange, analoge Versuche mit Dibromhydrozimmsäureester sollen demnächst aufgenommen werden.

299. Albert Fitz: Ueber Spaltpilzgährungen.

[Neunte Mittheilung.]

(Eingegangen am 12. Mai; mitgetheilt in der Sitzung von Hrn. A. Pinner.)

Ein neues Buttersäureferment.

Ausser dem Pasteur'schen Buttersäureferment und dem grossen Micrococcus, den ich in der dritten Mittheilung beschrieb und abbildete, giebt es noch einen dritten Spaltpilz, der milchsauren Kalk zu buttersaurem Kalk als Hauptprodukt vergährt.

Wenn man sich daran erinnert, dass die gewöhnliche alkoholische Gährung nicht allein von der Bierhefe, sondern auch noch von anderen Saccharomyces-Varietäten (oder Arten) und ferner von mehreren Mucorinen bewirkt wird, so hat es nichts Auffallendes, dass auch andere Gährvorgänge, beispielsweise die Buttersäuregährung des milchsauren Kalkes durch mehrere specifisch verschiedene Spaltpilze erregt wird.

Die normale Form des Spaltpilzes ist kurz cylinderförmig, 0.7—1 Mikromm. breit, 1.8—2.4 Mikromm. lang.

¹⁾ Diese Berichte XVI, 3050.

Die Formvariabilität ist ziemlich stark. Im Vacuum¹⁾ wird die Form kleiner, namentlich kürzer und nähert sich der Micrococcusform; der Durchmesser beträgt hier 0.6 Mikromm.

In Lösungen von Zuckerfleischextrakt ohne Zusatz von Calciumcarbonat wird die Form mit zunehmendem Säuregehalt immer grösser; die Breite erreicht 1.5 Mikromm., die Länge 7—8 Mikromm.; einzelne Zellen erreichen eine noch darüber hinausgehende monströse Länge.

Schwach alkalische Reaktion hat keinen Einfluss auf die Form, ebensowenig die Natur der kohlenstoffhaltigen und stickstoffhaltigen Substanz.

Es ist also nur das Vacuum und schwach saure Reaktion, die die Form verändern und zwar in entgegengesetztem Sinne.

Der protoplasmatische Inhalt der Zellen ist meist gekörnt; durch Jodlösung tritt keine Bläuung ein; nur werden zuweilen einzelne Theile des Inhaltes stärker gelb gefärbt als die Hauptmasse.

Der Spaltpilz zeigt mässige Eigenbewegung. Er bildet keine Schleimklumpen und keine Haut auf der Oberfläche der Culturflüssigkeiten.

Die Grenze der Vermehrungsfähigkeit liegt zwischen 46 und 46.5°

Der Spaltpilz bildet — im Gegensatz zu dem Pasteur'schen Buttersäureferment — keine Dauersporen; die Tödtungsgrenze liegt in Folge dessen niedrig, nämlich zwischen 58 und 59°.

Bei 58° ist er nach $\frac{1}{4}$ Stunde noch lebend, nach $\frac{1}{2}$ Stunde todt.

Bei 59° ist er nach $\frac{1}{4}$ Stunde todt.

Mit zunehmendem Alter sinkt die Tödtungsgrenze; auch durch Cultur in ungünstigen Nährflüssigkeiten wird sie herabgedrückt.

Von dem Spaltpilz werden in Gährung versetzt: Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker, Mannit, milchsaurer Kalk, äpfelsaurer Kalk, weinsaurer Kalk, citronensaurer Kalk.²⁾

Nicht in Gährung versetzt werden: Erythrit, Dulcit, Quercit.

Schwierig und nur in träge Gährung versetzt werden Glycerin und glycerinsaurer Kalk.

Der Spaltpilz scheidet keine Enzyme aus, die Stärke, Cellulose Eiweiss³⁾ hydratisiren.

¹⁾ Meine Vacuumapparate bestehen aus drei Theilen, wovon zwei im Dampfkessel sterilisirt werden können. Reinkulturen lassen sich damit ebenso sicher durchführen als in gewöhnlichen Culturgefässen.

²⁾ Das Verhalten des Pasteur'schen Buttersäurefermentes zu den drei letztgenannten Substanzen ist nicht mit Sicherheit bekannt.

Der Bacillus butylicus setzt diese Substanzen nicht in Gährung.

Ueber das Verhältniss des Pasteur'schen Buttersäurefermentes zu dem Bacillus butylicus spreche ich mich weiter unten in der zweiten Bemerkung aus.

³⁾ Der Bacillus butylicus hydratisirt leicht Eiweiss und Casein.

Er versetzt Peptonlösung nicht in Fäulniss; der Geruch bleibt auch nach Monaten rein.

Bei der Gährung des milchsauren Kalkes entsteht als Hauptprodukt Buttersäure, daneben auffallenderweise eine nicht unbedeutende Menge Propionsäure (und ein wenig Essigsäure); das Mengenverhältniss zwischen Buttersäure und Propionsäure ist etwa wie 8 : 1.

Der ziemlich allgemein angenommene Satz, dass bei der Buttersäuregährung des milchsauren Kalkes keine Propionsäure entsteht, ist also für die hier vorliegende Buttersäuregährung nicht gültig.

Die Untersuchung der Gährungsprodukte des weinsauren Kalkes ergab ein unerwartetes Resultat: die flüchtige Säure bestand nämlich nur aus Essigsäure; keine Spur einer höheren Säure wurde gebildet.

Als nichtflüchtige Säure entstand Bernsteinsäure.

Benennt man Spaltpilze nach ihrem Hauptgährungsprodukt, so müsste man unseren Spaltpilz »Buttersäureferment« in Bezug auf den milchsauren Kalk und »Essigsäureferment« in Bezug auf den weinsauren Kalk nennen.

Dem Glycerin gegenüber verhält sich der Spaltpilz wie ein Aërobium; überlässt man jedoch die Culturen mehrere Wochen oder Monate sich selbst im Thermostat, so tritt schliesslich Gährung ein, wenn auch eine sehr träge, ausserordentlich langsam verlaufende.

Aehnlich verhält sich glycerinsaurer Kalk.

Der Spaltpilz verliert leicht die Fähigkeit Gährung zu erregen, gewinnt sie jedoch eben so leicht wieder.

Die Herabstimmung der Gährfähigkeit ist am leichtesten bei Culturflüssigkeiten von milchsaurem Kalk zu studiren.

In derartigen Culturen, in denen der Spaltpilz sich anfangs nur wie ein Aërobium verhält, sieht man nach 1 bis 2 Wochen oder noch später Gährung eintreten; in sehr seltenen Fällen unterbleibt sie auch gänzlich.

Die Bedingungen, unter denen die Gährfähigkeit herabgestimmt und andererseits wiedergewonnen wird, sind noch nicht so klar gelegt, als es wünschenswerth ist.

Im Folgenden beschreibe ich einige experimentelle Details.

Den Ausgangspunkt zu dieser Arbeit bildete eine in einem Vacuumapparat geführte Gährung von milchsaurem Kalk, zu welcher als Rohaussaat eine Messerspitze voll Kuhexkrementen genommen worden war. Es wurden dann successive drei weitere Gährungen im Vacuum gemacht mit Aussaat von einem Tropfen Flüssigkeit der vorhergehenden Gährung. Das Vacuum sollte dazu dienen, aërobische Spaltpilze, die sich vor Beginn und nach Beendigung solcher Rohgährungen breit machen, auszuschliessen; ausserdem dienten die successiven Gährungen dazu, einem Spaltpilz das Uebergewicht zu verschaffen. In dem vierten Vacuumversuch war denn auch das Pilzmaterial nahezu ein einheitliches.

Das Pilzmaterial wurde nun nach der Methode der Ein-Zell-Cultur völlig rein cultivirt. Ich bediene mich bei dieser und auch anderen Culturen ausser der Kölbchen mit Filtrirpapierverschluss auch vielfach der Pasteur'schen Kölbchen, die sehr empfehlenswerth sind. Es sind das Kölbchen mit aufgeschliffenem Helm, der in eine offene Röhre endigt, die mit Baumwolle ausgefüllt wird.

Zu dem grösseren Gährversuch mit milchsaurem Kalk wurden 500 g von dieser Substanz verwandt.

Nach 7 Wochen wurde die nahezu vergohrene Flüssigkeit untersucht.

Von den in 500 g milchsaurem Kalk enthaltenen 65 g Calcium waren 25.7 g an Kohlensäure, 36 g an flüchtige Säure, der Rest an unvergohren gebliebene Milchsäure gebunden.

Die Hauptmenge der flüchtigen Säure siedete bei 160—165°; sie betrug 63 g; darüber hinaus wurden noch 8 g vom Siedepunkt 165 bis 168° erhalten.

Die Abtrennung der Propionsäure verursachte einigen Zeitaufwand, gelang indess in befriedigender Weise. Um die Propionsäure möglichst rein zu erhalten, wurden die in der Nähe des Siedepunktes der Propionsäure liegenden Fraktionen, jede für sich, in die Aethyl-ester übergeführt.

Nach wiederholten Fraktionirungen wurde eine grosse Fraktion 98—102° erhalten (der Siedepunkt des propionsauren Aethylesters ist 99°). Die Menge betrug 11.3 g, entsprechend 8.2 g Propionsäure. Der Ester wurde mit Barytwasser verseift und das Baryumsalz durch Verdunstenlassen zur Krystallisation gebracht. Die ganze Salzmenge wurde in klaren, scharf ausgebildeten, ziemlich grossen Krystallen erhalten. Von den 11 successiven Krystallisationen bestanden die ersten aus der monoklinen Form des Doppelsalzes von 4 Molekülen propionsaurem Baryum und 1 Molekül essigsäurem Baryum; die letzten aus der rhombischen Form des reinen propionsauren Baryums¹⁾. Die zwischenliegenden Krystallisationen bestanden aus einem Gemenge beider Formen.

Die Hauptmenge der Krystalle zeigte die rhombische Form²⁾.

Für den Gährversuch mit weinsaurem Kalk wurden 588 g Weinsäure verwandt. Nach 14 Wochen wurde die Flüssigkeit untersucht,

¹⁾ Das Doppelsalz ist schwerer löslich als jeder der Componenten.

²⁾ Diese beiden Krystallformen gehören mit zu den besten Erkennungsmerkmalen der Propionsäure: In der neueren und neuesten Literatur finden sich Nachweisungen von Propionsäure, die nur auf Bausch-Analysen von Salzen beruhen. Diese Angaben sind völlig werthlos, da sie gerade so gut auf Gemenge passen.

obwohl die Gährung noch nicht beendet war; circa ein Viertel der Weinsäure war unvergohren geblieben.¹⁾

Die flüchtige Säure bestand aus Essigsäure; keine Spur einer höheren Säure war entstanden. Die zuerst übergehende Säure gab ein Silbersalz mit 64.99 pCt. Ag; essigsaurer Silber verlangt 64.67. Eines der letzten Destillate wurde auf Ameisensäure geprüft; sie war nur in minimaler Menge vorhanden.

Die Bernsteinsäure wurde in bekannter Weise abgeschieden und nachgewiesen.

Sowohl bei der Gährung des milchsaurer Kalkes als des weinsaurer Kalkes entstand eine Spur Alkohol; die Menge desselben war zu gering, um seine Natur festzustellen.

Bemerkungen.

I. In dem 2. Band der Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamt wiederholt Hueppe die in dem 1. Band von Koch, Gaffky und Löffler aufgestellte Behauptung, dass Flüssigkeiten im Dampfkessel nur ausserordentlich langsam die Temperatur des Dampfes annehmen. Hueppe bringt keine neuen Temperaturmessungen, sondern führt verdorbene Schaff'sche Milchflaschen vor, in welchen Spaltpilze auftraten, obwohl die Flaschen im Dampfkessel bei drei Atmosphären zwei Stunden lang erhitzt worden waren.²⁾

Nach Hueppe »beweist dies von Neuem, dass die Vertheilung der Hitze in Flüssigkeiten, bei von allen Seiten gleichem Druck, wie er im Digestor vorhanden ist, eine überaus langsame ist.«

Von einer Kritik dieses monströsen Satzes nehme ich Umgang. Hueppe interpretirt das Verderben jener Milchflaschen unrichtig. Bei meinem Dampfkessel habe ich eine grössere Zahl (20) von Temperaturmessungen unter allen denkbaren Variationen vorgenommen, aus denen übereinstimmend hervorgeht, dass — im schroffsten Gegensatz zu der Behauptung von Koch, Gaffky, Löffler und Hueppe — Flüssigkeit selbst in grossen Quantitäten ausserordentlich rasch auf die zum Sterilisiren nothwendige Temperatur erhitzt werden können.

Beispielsweise wurde 1) eine cylinderförmige Flasche mit 6 L Wasser von Zimmertemperatur in den Dampfkessel eingesetzt und geheizt. Nach 43 Minuten zeigte das äussere Thermometer 110°; auf dieser Temperatur wurde noch 15 Minuten lang erhalten, wobei

¹⁾ Die Unvollständigkeit der Gährung ist sehr wahrscheinlich dem Umstand zuzuschreiben, dass zu wenig Wasser (5 Liter) genommen worden war und dass die Anhäufung des essigsaurer Kalkes dem Spaltpilz schädlich war.

²⁾ In der Schaff'schen Patentschrift ist von zwei Atmosphären die Rede und weiterhin von einer Temperatur von 100° C., was übrigens ein Druckfehler anstatt 120° C. sein dürfte.

das Thermometer noch einen halben Grad stieg. Das Maximumthermometer in der Flasche zeigte 110° .

2) Der nämliche Versuch mit der Abänderung, dass in dem Moment, in welchem der Quecksilberfaden des äusseren Thermometers 110° erreichte, der Gashahn zgedreht wurde, ergab: das innere Maximumthermometer zeigte $102\frac{1}{2}^{\circ}$.

3) Der nämliche Versuch mit der Abänderung, dass die 6 L Wasser in 6 Einliterflaschen vertheilt und so die Oberfläche vergrößert wurde, ergab: Nach 36 Minuten erreichte das äussere Thermometer 110° ; in diesem Moment wurde der Hahn zgedreht; das innere Maximumthermometer zeigte $109\frac{1}{2}^{\circ}$.

4) Eine Flasche mit 6 L Wasser. Hoher Gasdruck. Nach 31 Minuten zeigt das äussere Thermometer 120° . Es wird noch 12 Minuten lang auf der Temperatur $120-122^{\circ}$ erhalten. Das Maximumthermometer in der Flasche zeigte 122° .

Alle übrigen Versuche lauten in demselben Sinne.

Vergleichsweise sei ein Versuch von Koch, Gaffky und Löffler erwähnt.

Sie setzen einen Kolben mit 1 L Wasser in den Dampfkessel. Nach 30 Minuten zeigt das äussere Thermometer 127° ; jetzt wird der Hahn zgedreht. Bei dem Maximumthermometer im Innern ist der niedrigste Punkt der Skala, 65° , noch nicht erreicht.

Koch, Gaffky und Löffler machen über ihr Maximumthermometer keine Angaben.

Bei meinen Versuchen verwandte ich theils Magnus'sche Maximumthermometer mit einer Walferdin'schen Vorrichtung zum bequemen Einfüllen des Quecksilbers vor jedem erneuten Versuch, theils Maximumthermometer, die auf dem Princip beruhen, dass Quecksilber beim Ausdehnen leicht durch einen Capillarraum geht, beim Zusammenziehen jedoch an dieser Stelle abreisst.

Bei obigen Versuchen befand sich das Quecksilbergefass des Maximumthermometers 20 resp. 22 cm tiefer als das des äusseren Thermometers, welches 10 cm tief in den Dampfraum hineinragt.

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass an meinem Dampfkessel kein Dampfahn angebracht ist. Das Erhitzen geschieht also eigentlich durch heisse, feuchte Luft, die Wärmeabgabe hauptsächlich durch Bethauung, der Wärmeausgleich durch heftige durch die Temperaturdifferenzen bedingte Flüssigkeitsströmungen.

Der von Heydenreich kürzlich in den C. r. d. l'Acad. sc. ausgesprochenen Meinung, dass luftfreier Wasserdampf vorzuziehen sei, kann ich nicht beipflichten.

Ich komme jetzt auf die verdorbenen Milchflaschen zurück. Der Grund des Verderbens liegt mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht wie Hueppe meint daran, dass die Milchflaschen nach zweistündigem Er-

hitzen bei drei Atmosphären noch nicht sterilisirt waren, sondern an einem Fehler des Verschlusses. Korkverschluss bietet bekanntlich keine sichere Garantie gegen nachträgliche Infektion¹⁾.

Ich habe im Laufe der letzten Jahre mehrere Tausende von Flüssigkeiten verschiedenster Art im Dampfkessel erhitzt; die Zeit des Erhitzens, das Anwärmen mit eingerechnet, betrug $1\frac{1}{4}$ Stunden. Es kam mir kein einziger Fall vor, dass eine Flüssigkeit nicht sterilisirt gewesen wäre.

II. Was das Verhältniss des Pasteur'schen Buttersäurefermentes zu dem *Bacillus butylicus* anbelangt, so war ich der Ansicht, dieselben seien als zwei specifisch verschiedene Spaltpilze auseinanderzuhalten. Es waren zwei Punkte, die einer Identificirung im Wege standen.

1) In zahlreichen variirten Versuchen gelang es mir nicht, mit dem *Bacillus butylicus* milchsäuren Kalk in Gährung zu versetzen.

2) Das Pasteur'sche Buttersäureferment ist ein Anaërobium *par excellence*; es wird durch den Sauerstoff der Luft geschwächt, vielleicht sogar getödtet, während im Gegensatz hierzu der *Bacillus butylicus* sich bei Luftzutritt in der üppigsten Weise vermehrt.

Nachdem ich indessen in letzter Zeit in zahlreichen Versuchen das Verhalten von Spaltpilzen zu Culturlösungen von milchsaurem Kalk näher kennen gelernt habe, erscheinen mir die erwähnten Widersprüche in einem anderen Lichte und ich möchte die Möglichkeit der Identität nicht abweisen.

Gerade der milchsäure Kalk ist von allen vergährbaren Substanzen diejenige, der gegenüber Spaltpilze ihre Gährfähigkeit ausserordentlich leicht verlieren; mein *Bacillus butylicus* konnte sich in diesem Zustande der Gährunfähigkeit befinden.

Was ferner die Anaërobiosie des Pasteur'schen Buttersäurefermentes anbelangt, so ist dieselbe keine so absolute, als es nach den ersten kurzen Mittheilungen Pasteur's aufgefasst wurde; Pasteur selbst discutirt diesen Gegenstand ausführlicher in seinen 1876 erschienenen *Etudes sur la bière* und weist die Möglichkeit nicht von der Hand, dass das Buttersäureferment wohl auch bei gemässigtem Luftzutritt leben könne.

Die Frage der Identität oder Verschiedenheit der beiden Spaltpilze wäre leicht zu entscheiden, wenn man das Pasteur'sche Buttersäure-

¹⁾ Ein sehr bequemes und pilzdichtes Verschlussmittel für sterilisirte Flüssigkeiten, die transportfähig sein sollen, ist der Porzellanknopf-Kautschuckverschluss. Ich setze den Verschluss lose auf und klemme erst nach dem Erkalten und Oeffnen des Dampfkessels vor dem Herausnehmen vorsichtig zu. Die Flaschen wurden mir von Desaga in Heidelberg besorgt, der sie in der Glashütte mit der grössten Sorgfalt kühlen liess, so dass sie, obwohl dickwandig, ein sehr rasches Erhitzen im Dampfkessel aushalten.

ferment, entnommen einer Gährung von milchsaurem Kalk, durch Ein-Zell-Cultur rein cultivirte und dann untersuchte, was es mit dem Glycerin macht.

Ich habe diesen Weg auch vor längerer Zeit versucht, bin aber sofort auf eine Schwierigkeit gestossen, die mir damals schwer verständlich war, und die mich veranlasste, den Versuch abzubrechen. Der so erhaltene reine Spaltpilz setzt nämlich zwar Zucker in Gährung, dagegen nicht milchsauren Kalk; letzterem gegenüber verhielt er sich nur als Aerobium. Ich nahm damals eine ziemlich complicirte Interpretation an; heute dagegen möchte ich annehmen, dass der reine Pilz wirklich das Pasteur'sche Buttersäureferment war, dass er jedoch die Fähigkeit, milchsauren Kalk zu vergahren, verloren hatte.

Ich werde den Versuch gelegentlich wieder aufnehmen und die Frage zu entscheiden suchen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich ein Wort bemerken über die Identificirung von Prazmowski's *Clostridium butyricum* mit Pasteur's Buttersäureferment. Als Beleg für die Identität bringt Prazmowski weiter nichts als die Angabe, dass aus Dextrin Buttersäure entstand.

Hiergegen ist einzuwenden, dass es viele specifisch verschiedene Spaltpilze geben kann, die aus dieser oder jener Substanz Buttersäure bilden und die mit Pasteur's Buttersäureferment in keinem Zusammenhang stehen.

III. In einer älteren Mittheilung bezeichnete ich den Spaltpilz, der Glycerin zu Aethylalkohol vergährt, als *Bacillus subtilis*. Hiergegen erhoben einige Autoren Einspruch.

Es ist hierauf zu bemerken, dass verschiedene Autoren unter *Bacillus subtilis* ganz Verschiedenes verstehen. Ferd. Cohn, der den Namen *Bacillus subtilis* einführte, verstand darunter den Spaltpilz, den man erhält, wenn man Heu-Waschwasser kocht; die Sporen des *Bacillus subtilis* widerstehen der Siedehitze. Cohn selbst legte seinem *Bacillus subtilis* Gahrwirkung bei; er erwähnt, dass in den Lübecker Conservenfabriken Erbsen, die nur auf 100^o erhitzt waren, in Gährung Übergängen.

Ich fand dann, dass beim Kochen von Heu-Waschwasser (dem Glycerin, Salze und Calciumcarbonat beigefügt war) die Sporen zweier specifisch verschiedenen Spaltpilze der Siedehitze widerstehen; der eine Spaltpilz ist ein Aerobium, der andere vergährt Glycerin zu Aethylalkohol.¹⁾ Es kommt nun darauf an, welchem von diesen beiden Spaltpilzen man den Namen *Bacillus subtilis* beilegt. Nach der ur-

¹⁾ Die Sporen des Aerobiums sind widerstandsfähiger als die des anderen Spaltpilzes, so dass, wenn man sehr lange kocht, nur das Aerobium am Leben bleibt.

sprünglichen Cohn'schen Definition hat der eine soviel Berechtigung darauf wie der andere.

IV. Duclaux bemerkt in seiner Microbiologie, meine Angabe, *Mucor racemosus* ¹⁾ invertire Rohrzucker, sei unrichtig; er beruft sich dabei auf Versuche von Gayon mit verschiedenen Mucorinen, unter denen sich übrigens *Mucor racemosus* gar nicht befindet.

Ich halte die Exaktheit meiner Angabe aufrecht; dieselbe wurde von Brefeld bestätigt (Landw. Jahrbücher Bd. V, S. 308).

Im Uebrigen wäre eine Wiederholung der Gayon'schen Versuche in Bezug auf *Mucor Mucedo* und *Mucor stolonifer* von anderer Seite wünschenswerth.

Strassburg, Privatlaboratorium.

300. Hermann W. Vogel: Ueber die Hilfsmittel, photographische Schichten für grüne, gelbe und rothe Strahlen empfindlich zu machen.

(Eingegangen am 14. Mai.)

Im VI. Jahrgang dieser Berichte veröffentlichte ich eine Abhandlung über die Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers für die sogenannten chemisch unwirksamen Farben, in welcher ich nachwies, dass es möglich ist, Silberhaloïdsalze, in erster Linie Bromsilber für jede beliebige Farbe empfindlich zu machen durch Beimischung gewisser Stoffe, welche diese Farben absorbiren. (Diese Berichte VI, 1302.) Ich betonte, wie wichtig dieses Princip für die photographische Technik sei, bei welcher sich manche Farben übertrieben wirksam erweisen, z. B. Cobalt und Ultramarinblau, welche weiss werden, und andere helleuchtende dagegen, wie Chromgelb, Mennige, so wenig wirksam sind, dass sie wie Schwarz erscheinen, und ich zeigte an einem Beispiele (Aufnahme eines dunkelblauen Bandes auf hellgelbem Grunde), dass es in der That möglich sei, nach diesem Principe Photographien in richtigen Tonwerthen zu erhalten (a. a. O. p. 1305).

Dennoch blieb die Sache vorerst für die photographische Praxis wenig fruchtbar. Der Umstand, dass ich mit Trockenplatten experimentirte, die vor 11 Jahren noch nicht mit der Leichtigkeit und Sicherheit gehandhabt werden konnten, wie jetzt; ferner der andere Umstand, dass manche der von mir benutzten optischen Absorptionsmittel (meist

¹⁾ Um diesen handelt es sich hier; vgl. diese Berichte IX, 1352 Anmerkung.