

282. Eduard Buchner und Rudolf Rapp: Alkoholische Gährung ohne Hefezellen.

[10. Mittheilung.]

(Vorgetragen in der Sitzung am 22. April von Hrn. E. Buchner.)

Im Folgenden sind Versuche über die Haltbarkeit von getrocknetem Hefepresssaft, über den Einfluss verschiedener Salzzusätze auf die Gährkraft, über die Einwirkung von Nitriten, sowie endlich über Glycerin- und Bernsteinsäure-Bildung bei der zellenfreien Gährung zusammengestellt. Wie unsere früheren gemeinsamen Arbeiten¹⁾, wurden auch diese im hygienischen Institut der Universität München ausgeführt; als Hefematerial diente wieder die von A. Schroder, München, Landwehrstrasse 45, unter dem Namen »Presshefe« in den Handel gebrachte Abfallhefe Münchener untergähriger Brauereien (jedoch vor dem üblichen Kartoffelstärkezusatz).

Verändert sich der getrocknete Presssaft beim Lagern?

In der 8. Mittheilung wurde berichtet, dass im Vacuum eingedampfter und sehr sorgfältig über Schwefelsäure getrockneter Presssaft ohne Einbusse an Gährkraft 1 und 2 Monate aufbewahrt werden kann. Mit demselben Präparat ist nun nach 5, 7, 9½ und 12 Monate langem Lagern in einem Stöpselglas abermals keine wesentliche Abnahme der Gährkraft nachzuweisen gewesen; die geringen Schwankungen in den Kohlendioxydzahlen der folgenden Tabelle dürften wahrscheinlich allein auf die kleinen Differenzen in den Versuchstemperaturen zurückzuführen sein.

Tabelle XLII.

Je 3 g getrockneter Presssaft + 18 ccm Wasser + 8 g Rohrzucker
+ 0.2 ccm Toluol.

No.	getrockneter Presssaft wieder aufgelöst	Temperatur	Kohlendioxyd in g nach Stunden						
			16	24	40	64	88	120	168 mit Kohlendioxydverdrängung
188	sofort nach Herstellung . . .	16–17°	0.31	0.47	0.80	1.25	1.59	1.75	1.91
279	nach 5 Monaten	16–17°	0.36	0.56	0.86	1.33	1.69	1.91	2.19
280	nach 7 Monaten	17–18°	0.45	0.66	1.02	1.42	1.58	1.66	1.76
281	nach 9½ Monaten	16–17°	0.42	—	0.95	1.47	1.66	1.81	2.03
282	nach 12 Monaten	15–16°	0.25	—	0.65	1.02	1.37	1.63	1.87

¹⁾ Diese Berichte 30, 117, 1110, 2668 [1897]; 31, 209, 1084, 1090, 1531 [1898]; 32, 127, 2086 [1899].

Wirkung von Salzzusätzen auf die Gährkraft.

Geringe Zusätze von neutral reagirenden Elektrolyten haben oft einen sehr störenden Einfluss auf die Enzyme; insbesondere schädigt Calciumchlorid die Diastase des Malzes¹⁾ und die Invertase²⁾ (hier im Gegensatz zu Baryumchlorid) ausserordentlich. Ganz analog beeinflussen manche Salzzusätze das wirksame Agens des frischen Hefepresssaftes in hohem Grade. Wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich, stört Zusatz von 1 pCt. Natrium- oder Ammonium-Chlorid, welche unter sich gleich stark wirken, die Gährkraft zwar wenig, aber doch deutlich (Versuche No. 299, 301, 308); viel schädlicher wirken die Sulfate des Natriums, Ammoniums, Magnesiums³⁾ und Natriumnitrat (303—306), welche in 1-procentiger Lösung ungefähr ebenso hindern wie Gaben von 2 pCt. Natrium- und Ammonium-Chlorid (300, 302). Noch grössere Störung verursacht Zusatz von 1 pCt. Calciumchlorid (293, 310) und besonders von 2 pCt. dieses Körpers (294), wogegen 1 pCt. Baryumchlorid kaum einen Einfluss (295, 311), 2 pCt. davon nur einen mässig schädigenden Einfluss (296) ausüben. Dass Baryumchlorid nur eine verhältnissmässig schwache Wirkung besitzt, mag zum Theil auch durch sein hohes Molekulargewicht bzw. die relativ geringe Zahl von Molekeln in einer 1-procentigen Lösung verursacht sein; Aehnliches dürfte von Borax gelten (309). Diese Beobachtungen sind für Rohr- und Trauben-Zucker zutreffend; ob auch für andere als die gewählten hohen Concentrationen des Kohlenhydrats, andere Temperaturen u. s. w., bleibt fraglich. Ueber den Einfluss des Gegentheiles von Salzzusätzen zum Hefepresssaft, nämlich der Verdünnung desselben mit destillirtem Wasser auf die Gährkraft hat der Eine von uns kürzlich einige Versuche anderwärts veröffentlicht⁴⁾.

In welcher Weise der Zusatz von Elektrolyten auf die Enzyme wirkt, darüber sind dankenswerthe Anhaltspunkte durch G. Bredig und Müller von Berneck gefunden, welche zeigten, dass die Wasserbildung aus Knallgas⁵⁾ und die Zerlegung von Hydroperoxyd⁶⁾ (Wasser-

¹⁾ Duclaux, *Traité de Microbiologie*, Paris 1899, II, 491.

²⁾ Ebenda II, 373.

³⁾ Bei Studien über die Selbstgährung der Hefe hat C. J. Lintner, *Centralbl. für Bacteriologie* II. Abth. 5, 798 [1899] dagegen einen fördernden Einfluss von Magnesiumsulfatzusätzen nachgewiesen; bei jenen Versuchen handelt es sich aber um die Wirkung des Salzes nicht nur auf die Zymase, sondern insbesondere auf den die osmotischen Vorgänge bzw. die Plasmolyse regelnden Plasm Schlauch der lebenden Hefezelle.

⁴⁾ *Wochenschrift für Brauerei* 18, 200 [1901].

⁵⁾ *Zeitschr. für physikal. Chem.* 31, 268 [1899].

⁶⁾ Ebenda 31, 352 [1899]; ferner *Physikal. Zeitschr.* 2, 7 [1900] und Bredig, *anorganische Fermente*, Leipzig 1901, 84.

stoffsuperoxyd) durch colloïdale Platinflüssigkeit bei Salzzusätzen vermindert wird; es handelt sich dabei wahrscheinlich um Aenderung des colloïdalen Zustandes, und Aehnliches dürfte für die Wirkung der Elektrolyte auf die organischen Enzyme gelten, deren Lösungen auch als heterogene Suspensionen äusserst feiner Theilchen unter der Grösse der Lichtwellen zu betrachten sind.

Tabelle XLIII.

Je 20 ccm Presssaft + 8 g Rohr- bzw. Trauben-Zucker + 0.2 ccm Toluol.
15–17°.

No.	Zuckerart	Salzzusatz			Kohlendioxyd in g nach Stunden			
			pCt.	in g wasserfrei	16	40	64	88
283	Saccharose	Natriumchlorid	1.4	0.4	0.16	0.39	0.60	—
284	»	Borax	1.4	0.4	0.07	0.17	0.25	—
285	»	Calciumchlorid	0.7	0.2	0.14	0.42	0.62	—
286	»	»	1.4	0.4	0.03	0.13	0.21	—
287	»	»	2.8	0.8	0.01	0.03	0.04	—
207	»	Ohne Zusatz	—	—	0.25	0.67	0.99	—
288	Saccharose	Natriumchlorid	1.4	0.4	0.18	0.45	0.67	—
289	»	Borax	1.4	0.4	0.08	0.22	0.34	—
290	»	Calciumchlorid	1.4	0.4	0.00	0.05	0.06	—
291	»	Baryumchlorid	1.8	0.5	0.17	0.44	0.63	—
292	»	Ohne Zusatz	—	—	0.26	0.67	0.96	—
293	Saccharose	Calciumchlorid	1	0.3	0.04	0.07	0.12	0.17
294	»	»	2	0.6	0	0	0	0
295	»	Baryumchlorid	1	0.3	0.18	0.38	0.50	0.55
296	»	»	2	0.6	0.16	0.31	0.39	0.45
297	»	Ohne Zusatz	—	—	0.13	0.32	0.45	0.53
298	Saccharose	Natriumchlorid	0.5	0.15	0.43	1.01	1.43	1.61
299	»	»	1	0.3	0.33	0.77	1.12	1.25
300	»	»	2	0.6	0.18	0.45	0.75	0.88
301	»	Ammoniumchlorid	1	0.3	0.33	0.75	1.03	1.21
302	»	»	2	0.6	0.16	0.43	0.73	0.87
303	»	Ammoniumsulfat	1	0.3	0.18	0.42	0.71	0.86
304	»	Natriumsulfat	1	0.3	0.16	0.37	0.62	0.79
305	»	Natriumnitrat	1	0.3	0.19	0.48	0.75	0.89
306	»	Magnesiumsulfat	1	0.3	0.21	0.45	0.67	0.80
307	»	Ohne Zusatz	—	—	0.36	0.88	1.33	1.57
308	Glucose	Natriumchlorid	1	0.3	0.33	0.73	1.06	1.19
309	»	Borax	1	0.3	0.22	0.54	0.80	0.92
310	»	Calciumchlorid	1	0.3	0.11	0.33	0.55	0.66
311	»	Baryumchlorid	1	0.3	0.41	0.94	1.29	1.40
312	»	Ohne Zusatz	—	—	0.38	0.84	1.29	1.56

Hefepresssaft und Nitrite.

Versetzt man frischen Hefepresssaft mit salpetrigsauren Salzen, so tritt eine beträchtliche Stickstoffentwicklung¹⁾ ein. 20 ccm Saft lieferten auf Zusatz von 1 g Natriumnitrit innerhalb vier Tagen bei Zimmertemperatur 75 ccm über Natronlauge aufgefangenes Gas, welches sich als reiner Stickstoff erwies.

Das Auftreten von solchem durch Einwirkung von Nitriten auf die Aminosäuren und vielleicht andere Aminoverbindungen des schwach sauren Hefepresssaftes hat nichts Auffälliges an sich. Seit Béchamp und Schützenberger ist bekannt, dass im wässrigen Hefeauszug Tyrosin, Leucin u. s. w. zu finden sind; dieselben Aminosäuren entstehen nach M. Hahn und Geret²⁾ auch in Folge der bei längerem Stehen des Presssaftes eintretenden Selbstverdauung. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auf ähnlichen Vorgängen, d. h. auf Einwirkung von Nitriten auf Aminoverbindungen aus der Körpersubstanz von Mikroorganismen theilweise die Verluste an Stickstoff beruhen, welche der Dünger zum Schaden der Landwirthschaft manchmal erleidet³⁾.

Glycerin- und Bernsteinsäure-Bildung.

Bei der alkoholischen Gährung des Zuckers durch lebende Sprosshefe erscheinen 2.5—3.6 pCt. vom Zuckergewicht als Glycerin, 0.5—0.7 pCt. als Bernsteinsäure wieder. Obwohl Pasteur, dem wir diese Angaben verdanken⁴⁾, das gleichmässige Auftreten jener Nebenproducte der Gährung innerhalb obiger Grenzen im Allgemeinen betont⁵⁾, findet sich doch auch der Hinweis, dass manchmal Ausnahmen auftreten; ein sehr langsamer Verlauf der Gährung soll Glycerin- und Bernsteinsäure-Bildung begünstigen⁶⁾. Inzwischen ist eine Abhängigkeit des Entstehens der Nebenproducte von der Heferasse, Temperatur, Lüftung, Nährstoffanwesenheit, Zuckerart, Schnelligkeit und Phase des Gährungsvorganges u. s. w. durch Untersuchungen von Mach und Portele, Borgmann, Amthor, Effront, Hilger (mit Thylmann, Rau, Straub), Wortmann, Laborde u. A. festgestellt worden⁷⁾.

¹⁾ Dieselbe Beobachtung hat nach uns A. Wroblewski, Centralbl. f. Physiol. 13, 284 [1899] gemacht.

²⁾ Diese Berichte 31, 200, 202 [1898], Zeitschr. für Biologie 40, 117, [1900].

³⁾ Vgl. G. Marpmann, Centralbl. für Bacteriologie, II. Abth., 5, 67 [1899].

⁴⁾ Annales de Chimie et de Physique [3] 58, 355, 362, [1860].

⁵⁾ Ebenda 362, 359. ⁶⁾ Ebenda 363.

⁷⁾ Weitere Literatur s. a. C. Oppenheimer, die Fermente, Leipzig 1900, S. 253.

Während Pasteur der Ansicht war, dass Glycerin und Bernsteinsäure »constante Producte der Gährung« seien, »mit der gleichen Berechtigung wie der Alkohol und die Kohlensäure« d. h. also Nebenproducte beim Zerfall des Zuckers¹⁾, eine Anschauung, der sich C. Nägeli²⁾ und Sachs anschlossen, hat Müller-Thurgau zuerst auf Grund der Schwankungen in den Glycerin- und Bernsteinsäure-Mengen vermuthet, dass diese Substanzen überhaupt nicht direct beim Zerfall des Zuckers entstehen, demnach keine eigentlichen Gährproducte, sondern Stoffwechselproducte der Hefezellen sind und sich zur Menge des vergohrenen Zuckers bezw. des gebildeten Alkohols in gar keinem bestimmten Verhältniss befinden³⁾. Durch Versuche von Julius Wortmann, welche ergaben, dass schwach und kräftig vergärende Hefen aus dem gleichen Traubensaft, neben wenig bezw. viel Alkohol, unter Umständen die gleiche Menge Glycerin liefern⁴⁾, wurde diese Ansicht sehr wahrscheinlich gemacht. Auch Laborde discutirt die auf dasselbe hinauslaufende Annahme, das Glycerin sei ein Rückstand des Zuckers, der zum Aufbau der Hefezellen verwendet wurde⁵⁾.

Eine Untersuchung über die Bildung von Glycerin und Bernsteinsäure bei der zellenfreien Gährung konnte Entscheidung bringen, da Störungen der Resultate durch die Assimilationsvorgänge der lebenden Zellen dabei ausgeschlossen sind⁶⁾. Eine Reihe von experimentellen Schwierigkeiten war aber zu überwinden. Pasteur hatte meistens nur Spuren von Hefe in mit wenig Nährsalzen versetzte Zuckerlösungen zur Aussaat gebracht; nach Vergährung des Kohlenhydrats blieben ausser Alkohol fast keine die Glycerin- und Bernsteinsäure-Bestimmung erschwerenden Beimengungen zurück. Da die Nebenproducte überhaupt nur in geringer Menge entstehen, mussten bei der zellenfreien Gährung 100 g Zucker vergohren werden; hierzu waren aber 1250 ccm Presssaft nöthig (entsprechend ca. 2400 g Hefe), mit einem Trockenrückstand von etwa 160 g, aus welchem dann schliesslich die geringen Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure ausgezogen werden mussten. Um den Versuch innerhalb eines Tages bei vollständiger Vergährung des Zuckers beenden zu können, be-

¹⁾ Ann. Chim. Phys. [3] 58, 356 [1860].

²⁾ Theorie der Gährung, München 1876, 16.

³⁾ 10. Generalversammlung des Weinbauvereines, Geisenheim 1884.

⁴⁾ Vergl.: Vorkommen und Wirkung lebender Organismen in fertigen Weinen. Berlin, Parey, 1898, S. 81 (Sonderabdruck aus Thiel's Landwirthschaftliche Jahrbücher 1898).

⁵⁾ Chem. Centralbl. 70 (1899, II), 673.

⁶⁾ Darauf hat Duclaux, Annales Pasteur 11, 349 [1897], bereits hingewiesen. Vgl. auch J. Effront, les Enzymes, Paris 1899, S. 322.

nutzten wir eine Temperatur von 23° und setzten 2 pCt. arsenige Säure (25 g Arsentrioxyd gelöst mit 17.5 g Kaliumcarbonat zu Kaliummetarsenit) zu, wodurch erfahrungsgemäss die Intensität des Gährungsvorganges beschleunigt wird. Durch die Untersuchungen von H. Abeles¹⁾ und unsere eigenen²⁾ weiss man, dass ein derartiger Arsenitzusatz in diesem Falle keine vollständige Antisepsis verbürgt; wir haben daher bei Unterbrechung des Versuches viermal je 0.5 ccm der Flüssigkeit in sterile Würzeagarplatten zur Aussaat gebracht und in der That die Anwesenheit von durchschnittlich 25 lebenden Hefezellen in 1 ccm oder von ungefähr 30000 im Ganzen constatiren können; die Gegenwart derselben wird die Resultate natürlich etwas beeinflusst haben. Der Zusatz eines anderen Antiseptiums, wie z. B. von Toluol oder Chloroform, unterblieb deshalb, damit die Menge des gebildeten Alkohols am Schlusse direct ermittelt werden konnte. Zur Glycerinbestimmung kam die von Soxhlet-Graf Törring³⁾ empfohlene Vacuumdestillation, combinirt mit der Diez-Baumann'schen Ueberführung in Di- und Tri-Benzoat⁴⁾, zur Anwendung. Wegen der grossen Menge der sonstigen anwesenden Stoffe war es geboten, bei einem Controllversuch durch künstlichen Glycerinzusatz zu Hefepresssaft zu ermitteln, wie sich diese Methoden im vorliegenden Fall eignen; zu allererst aber haben wir uns überzeugt, dass sie bei rein wässrigen Glycerinlösungen gute Resultate geben. Aehnliches galt für die Bestimmung der Bernsteinsäure, welche unter gewissen Abänderungen nach Straub, Rau und Hilger⁵⁾ als Silbersalz gewogen wurde, einem Verfahren, das uns probeweise bei einer wässrigen Bernsteinsäurelösung richtige Zahlen gab; auch hier erfolgte sodann bei einem Controllversuch direct Zusatz von Bernsteinsäure zu Hefepresssaft und Bestimmung derselben. Selbstverständlich war es ausserdem noch nöthig, die im angewandten Hefepresssaft von vornherein vorhandene Menge von Glycerin und Bernsteinsäure durch einen Vorversuch zu ermitteln.

1. Vorversuch. Gehalt des Hefepresssaftes: In 1250 ccm frischem Hefepresssaft wurden gefunden: 6.6 g Alkohol: 1.2 g Glycerin (gewogen als Di- und Tri-Benzoat); 0.2 g Bernsteinsäure, Silbersalz, das nachweislich noch mit Silberchlorid, etwas Silber und Spuren von Silberphosphat verunreinigt war).

2. Controllversuch mit directem Zusatz. Zu 1250 ccm frischem Hefepresssaft wurden gegeben: 3.4 g Glycerin und 0.7 g Bernsteinsäure. Gefunden bei der Bestimmung: 4.3 g Glycerin und 0.7 g Bernsteinsäure (gewogen als Silbersalz, das wie bei 1. verunreinigt war).

1) Diese Berichte 31, 2262 [1898]. 2) Ebenda 32, 133 [1899].

3) Zeitschr. für analyt. Chem. 28, 363 [1889].

4) Zeitschr. für physiolog. Chem. 11, 472 [1887].

5) Forschungsberichte 2, 383 [1895]; Archiv für Hygiene 14, 225.

3. Hauptversuch: Zu 1250 ccm frischem Hefepresssaft wurden 100 g Rohrzucker und 2 pCt. arsenige Säure (als Kaliummetarsenit) gesetzt. Nach Beendigung der Kohlendioxydentwicklung, nach 22 Stdn. bei 23°, wurden gefunden: 57.0 g Alkohol, 1.7 g Glycerin, 0.5 g Bernsteinsäure (gewogen als Silbersalz, das wie oben verunreinigt war).

Die eigentlichen Resultate ergeben sich bei Subtraction der Zahlen des Vorversuches von denen des Controllversuches und denen des Hauptversuches, wobei, was die Bernsteinsäure betrifft, auch die durch Verunreinigung des bernsteinsauren Silbers mit Silber, Silber-Chlorid und -Phosphat entstehenden Fehler, da es sich jedesmal um die gleiche Menge Presssaft handelt, wieder ausgeschaltet werden.

4. Controllversuch, abzüglich der Zahlen des Vorversuches. Von den zugesetzten 3.4 g Glycerin und 0.7 g Bernsteinsäure fanden sich bei der Bestimmung wieder: 3.1 g Glycerin und 0.5 g Bernsteinsäure; daraus ergeben sich die Genauigkeitsgrenzen der Bestimmungsmethoden.

5. Hauptversuch, abzüglich der Zahlen des Vorversuches. Bei der Gärung durch Presssaft konnten nachgewiesen werden: 50.4 g Alkohol, 0.5 g Glycerin und 0.3 g Bernsteinsäure.

Nach Jodelbauer entstehen bei der Gärung durch Hefezellen aus 100 g Rohrzucker 51.1 g Alkohol; es dürften demnach bei dem Hauptversuch annähernd 100 g Kohlenhydrat vergohren sein, sodass die erhaltenen Mengen von Glycerin und Bernsteinsäure ohne Fehler als Procentzahlen, bezogen auf den vergohrenen Zucker, betrachtet werden können.

Die bei der Gärung mit Presssaft beobachteten Mengen von Nebenproducten sind demnach niedriger, als sie Pasteur durch lebende Hefe erhielt; sie sind ungefähr ebenso niedrig als die Minima, welche unseres Wissens seither überhaupt aufgefunden wurden. Als geringste Glycerinzahlen wurden bei Rohr- und Trauben-Zuckergärungen durch Bier- oder Wein-Hefe 0.8¹⁾ und 1.9 pCt.²⁾ vom Zuckergewicht beobachtet; von Bernsteinsäure sind in natürlichen Weinen und bei künstlichen Rohrzuckergärungsgemischen³⁾ als Minimum 0.2—0.3 pCt. vom Zuckergewicht angetroffen worden⁴⁾. Dass unsere ermittelten Zahlen nicht erheblich hinter der Wirklichkeit zurückbleiben, dafür bürgt der Controllversuch; wir

¹⁾ Thylmann und Hilger, Archiv f. Hygiene 8, 467a [1888]; Vergärung einer 20-procentigen Rohrzuckerlösung bei Luftabschluss, ohne Nährstoffzusatz.

²⁾ Wortmann, Thiel's landwirthsch. Jahrbücher 1894, 566, gefunden in einem Wein.

³⁾ Die bisher bekannt gewordenen Bernsteinsäurebestimmungen bei Maltosegärung, z. B. im Bier, erscheinen so wenig zuverlässig, dass sie ausser Betracht bleiben sollen.

⁴⁾ Rau, Arch. f. Hygiene 14, 228.

halten es im Gegentheil für wahrscheinlich, dass sie zu hoch ausgefallen sind, weil die Gährung nicht zellenfrei verlief, sondern wie oben berichtet, bei Anwesenheit einer beträchtlichen Menge lebender Hefezellen. Insbesondere haben wir auch gegen die Bernsteinsäurebestimmung Bedenken, da es nicht gelang, aus dem »bernsteinsäuren Silber« des Hauptversuches durch Zersetzen mit Schwefelwasserstoff und dreimaliges Ausschütteln mit je 120 ccm Aether krystallisirte Bernsteinsäure zu gewinnen; es blieben nur 5 mg eines bräunlichen schmierigen Productes zurück. Aus dem »bernsteinsäuren Silber« des Controllversuches erhielten wir dagegen auf genau dieselbe unvollkommene Weise sofort 0.2 g Bernsteinsäure zurück.

Wir beabsichtigen noch einen weiteren Versuch über die Bildung von Nebenproducten bei einer Gährung durch mit Alkohol-Aether getödtete Hefe unter Zusatz von Toluol auszuführen.

Bestimmungsverfahren. Nach Beendigung der Gährung wurde beim Hauptversuch wegen Anwesenheit des Arsenits mit Schwefelsäure neutralisirt, dann der Alkohol mit Wasserdampf übergetrieben (und mit dem in der Schwefelsäure, die zum Waschen des Kohlendioxyds verwendet worden war, zurückgebliebenen und ebenfalls überdestillirten Alkohol vereinigt). Der Destillationsrückstand wurde sodann eingedampft, mit Salpetersäure stark angesäuert und zur Extraction der Nebenproducte neunmal mit 86-proc. Alkohol dreiviertel Stunden am Rückflusskühler ausgekocht (Anwendung eines Alkohol-Aether-Gemenges zur Extraction nach Pasteur genügt nicht). Die alkoholische Lösung wird sodann mit Kalkmilch im Ueberschuss erhitzt und nach dem Erkalten filtrirt. Das Filtrat enthält das Glycerin, zu dessen Bestimmung mit Salpetersäure schwach angesäuert, dann eingedampft und mit Alkohol-Aether-Mischung (1 Th. Alkohol von 86 pCt., 1½ Th. Aether) extrahirt, hierauf abermals eingedampft und nach Graf Törning und Dietz verfahren wird. Zur Bernsteinsäurebestimmung wurde der Kalkniederschlag mit Alkohol von 86 pCt. gewaschen, in Salpetersäure gelöst, dann mit der obigen Alkohol-Aether-Mischung erschöpft, das Lösungsmittel verdunstet, hierauf mit Kalilauge neutralisirt und durch Silbernitrat gefällt.

Berlin und München, im April 1901.

233. Giacomo Ciamician und P. Silber: Chemische Lichtwirkungen.

[Erste Mittheilung.]

(Eingegangen am 13. Mai 1901.)

Trotz der grossen Fortschritte der Photographie und des genauen Studiums der auf sie bezüglichen Probleme kann man nicht gerade behaupten, dass das Gebiet der Photochemie sehr ausgebaut sei, und obwohl man in der Literatur viele einzelne Thatsachen verzeichnet