XIV.

Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Kristiania.

Untersuchungen über Caltha palustris.

Von

E. Poulsson.

Die wohlbekannte Frühjahrspflanze Caltha palustris L. (Dotterblume, Sumpfdotterblume) ist eine der verbreitetsten Ranunculaceen. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich über fast ganz Europa, das nördliche und zentrale Asien sowie über Nordamerika, und nach Berechnung von de Candolle kommt sie auf mindestens einem Drittel der Erdoberfläche vor.

Wie so viele andere Ranunculaceen ist auch die Dotterblume giftig, wenn auch in viel geringerem Grade als zahlreiche andere Mitglieder derselben Familie.

Früher brauchte man in einigen Ländern die in Essig eingelegten Blütenknospen als Surrogat für Kapern, es wird indes berichtet, daß sie bisweilen Durchfall hervorriefen. Von mehreren Autoren wird mitgeteilt, daß man bei Rindern und Pferden, die auf Plätzen weideten, wo die Vegetation hauptsächlich aus Caltha bestand, Kolikschmerzen, Durchfall, häufigen Urindrang und rotgefärbten Urin beobachtet hat. Bei einem Pferd endete die Vergiftung mit dem Tode[1]).

Tierversuche sind von Koester[2]) gemacht worden, der eine Ziege, ein Schaf, ein Lamm, zwei Kaninchen und ein Meerschweinchen ausschließlich mit Caltha fütterte. Nach etwa 14 Tagen stellten sich leichtere Symptome von Darm- und Nierenreizung ein, zugleich

1) E. Fröhner, Lehrbuch d. Toxikologie für Tierärzte, 3. Aufl., S. 360, Stuttgart 1910.

2) A. Koester, Über die Giftwirkung der Caltha palustris. Dissertation Gießen 1909.

Mattigkeit und mehrtägige Nahrungsverweigerung. Es trat vorübergehende Besserung ein, aber als die Tiere, vom Hunger getrieben, wieder Caltha fraßen, entwickelte sich im Laufe einer Woche eine ernstere Vergiftung. Die Tiere schienen an starken Leibschmerzen zu leiden, es traten Durchfälle auf, der Urin enthielt Eiweiß und Blutkörperchen, die Atmung wurde behindert, die Temperatur stieg, und unter ständig zunehmender Entkräftung starben die Tiere, jedoch erst 22—30 Tage nach Beginn der Versuche. Bei der Obduktion fand sich hämorrhagische Magen- und Darmentzündung und parenchymatöse Nephritis. — Nach Tereg und Arnold[1]) rief ein alkoholischer Calthaextrakt bei Kaninchen den Tod unter Krämpfen hervor.

Eine zufällige Vergiftung beim Menschen beschreibt Spiritus[2]). Bei fünf Personen, die ein aus frischen Dotterblumen bereitetes Gericht genossen hatten, stellten sich heftige Leibschmerzen, starkes Übelbefinden und Ödeme in der Umgebung der Augen ein. Am folgenden Tag breitete sich das Ödem fast über den ganzen Körper aus, die Urinabsonderung wurde sehr spärlich, und ein paar Tage später trat ein pemphigusähnlicher Ausschlag auf. Sämtliche Patienten erholten sich bald.

Aus diesen Vergiftungen bei Tieren und Menschen scheint hervorzugehen, daß Caltha nicht ein stark resorptiv wirkendes Gift enthält, sondern einen scharfen Stoff, der Entzündung der Magen-Darmschleimhaut und bei der Ausscheidung Nierenentzündung hervorruft.

Die chemische Literatur über Caltha ist nicht sehr umfangreich.

Die älteste Untersuchung stammt, soviel ich feststellen konnte, von Johanson[3]) (1877), welcher der Meinung ist, daß die Dotterblume ein nikotinähnliches Alkaloid enthalte. Nach Referaten zu urteilen, ist Johansons Publikation, die mir im Original nicht zugänglich war, nur eine kurze Mitteilung ohne Analysen.

Brondgeest[4]) (1890) konnte in Untersuchungen, die sich über zwei Jahre erstreckten, kein Alkaloid oder Glykosid nachweisen. Auch Brondgeest beobachtete, daß kleine Säugetiere nach Einspritzung des frischen Saftes unter die Haut oft unter Krämpfen sterben, und daß Injektion des Saftes oder eines Extraktes bei

1) Zitiert nach Koester.

2) Spiritus, Magazin für die gesamte Heilkunde 20, 451, 1825.

3) Johanson, Sitzungsberichte der Naturforschergesellschaft zu Dorpat, 1871, S. 544—547. Zitiert nach R. Kobert, Historische Studien Bd. I, S. 187, Halle 1889.

4) Brondgeest, Verhandl. d. X. internat. med. Kongr. Berlin 1890, Abt. Pharmakologie, S. 57.

Fröschen allgemeine Lähmung hervorbringt, aber er bemerkt, daß die gleichen Symptome auch nach Injektion von Kaliumsalzen auftreten, die in der Dotterblume in reichlicher Menge vorhanden sind.

Nach Wehmer soll Vanderlinden[1]) (1902) zu dem Resultat gekommen sein, daß Caltha kleine Mengen eines Alkaloides enthalte.

Kobert[2]) (1910) gibt an, daß alle Teile der Pflanze reizend auf Haut und Schleimhäute wirken, und fügt hinzu: »Nach Versuchen in meinem Institut ist diese Wirkung auf Anemonol zu beziehen.«

Keller[3]) (1910) erhielt bei Behandlung eines alkoholischen Extraktes von 300 g frischer Caltha nach Stas-Otto mikroskopische Prismen eines Chlorides, das ein krystallinisches Platindoppelsalz lieferte.

Koester[4]) (1910) konnte kein Anemonol (Anemonekampfer) nachweisen. Beim Ausschütteln eines alkoholischen Extraktes mit Äther erhielt er einen bräunlichen Sirup, der verschiedene Alkaloidreaktionen gab.

Die neueste Untersuchung der Dotterblume ist von Wingaard[5]) (1914) ausgeführt worden, der bei Destillationen mit Alkalien (Kalkmilch, Kalilauge, Natriumkarbonat) kein flüchtiges Alkaloid fand. Ausschütteln alkoholischer Extrakte mit Chloroform oder Äther ergab geringe Mengen mikroskopischer Krystalle, die Alkaloidreaktionen gaben.

Die Aufklärungen, die in der chemischen Literatur über Caltha zu finden sind, beschränken sich also nach dem oben angeführten darauf, daß mehrere Untersucher einen alkaloidähnlichen Körper fanden, aber nur in minimalen Mengen, die eine Analyse nicht zuließen, und ferner, daß keine Einigkeit in der Frage besteht, ob die Pflanze Anemonekampfer enthält.

Eigene Untersuchungen.

Daß die Caltha einen scharfen Stoff enthält, läßt sich leicht feststellen. Kaut man die Blätter oder Blüten der Pflanze, so bemerkt man nach einigen Minuten im Rachen und den hinteren Teilen

1) Vanderlinden, Rec. Inst. Botan. Bruxelles 1902, S. 135. Zitiert nach Wehmer, Die Pflanzenstoffe, Jena 1911, S. 198.

2) R. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, II. Aufl., Bd. 2, S. 515. Stuttgart 1910.

3) O. Keller, Archiv der Pharmazie 248, 466, 1910.

4) a. a. O.

5) A. Wingaard, Om Caltha palustris L. Farmaceutisk Revy. Stockholm 1914, no. 17, S. 237.

der Mundhöhle ein schwaches, aber deutliches und anhaltendes Kratzen oder Brennen. Der Geschmack ist von demselben Charakter, nur viel schwächer, wie der Geschmack von Anemone nemorosa, die reich an Anemonekampfer ist.

Um, wenn möglich, die betreffende Substanz zu isolieren, wurden 3 kg der frischen Pflanze mit Wasserdampf destilliert. Das Destillat (3 l), der gleichfalls einen schwach kratzenden Geschmack hatte, wurde mit 300 ccm Chloroform ausgeschüttelt. Nach erfolgter Filtrierung wurde der größte Teil des Chloroforms abdestilliert und der Rest auf dem Wasserbad entfernt. Als Rückstand verblieb nur ein spärlicher, fettiger Belag, worin feine, in Äther unlösliche Nadeln zu sehen waren. Demnach ist es wahrscheinlich, daß Caltha dieselben scharfen, flüchtigen Stoffe (Anemonekampfer, Anemonin) enthält, wie zahlreiche andere Ranunculaceen, aber nur in geringer Menge[1]).

Versuche, faßbare Mengen Anemonekampfer oder Anemonin zu gewinnen, wurden nicht unternommen, da ein paar weitere Destillationen zeigten, daß hierzu die Bearbeitung eines enormen Materials notwendig sein würde.

Das Hauptziel meiner Untersuchungen war, zu versuchen, das vermeintliche Alkaloid zu isolieren. Zu diesem Zwecke wurden größere Mengen der frischen, blühenden Pflanze teils mit Wasser, teils mit verdünntem oder 95%igen Spiritus extrahiert. Einige Male wurde etwas Schwefelsäure oder Weinsäure zugesetzt, was sich jedoch als überflüssig erwies, da die Extrakte schon ohne Zusatz sauer reagierten. Die Eindampfung wurde in der Regel im Vakuum bei niedriger Temperatur vorgenommen.

Zuerst wurde der Versuch mit alkalischer Destillation gemacht. 1 kg eines wässerigen Extraktes, entsprechend 6 kg der frischen Pflanze, wurde weiter auf 340 ccm konzentriert, mit Natriumkarbonat bis zur stark alkalischen Reaktion versetzt und mit Wasserdampf destilliert. Das farblose Destillat reagierte anfangs stark alkalisch, aber schon nachdem 300 ccm überdestilliert waren, neutral. Das Destillat wurde nach Zusatz von Salzsäure bis zur saueren Reaktion zur Trockenheit eingedampft, wobei man 0,33 g schwach braungefärbte Krystalle, die das Aussehen von Salmiak hatten, erhielt. Der Farbstoff wurde durch einige Tropfen absoluten Alkohol entfernt, die Krystalle in wenig Wasser gelöst und der filtrierten Lösung absoluter Alkohol

1) Über die Darstellung dieser Substanzen siehe H. Beckurts, Archiv der Pharmazie 230, 182, 1892.

zugesetzt. Die ausgeschiedenen weißen Nadeln wurden im Vakuumexikkator getrocknet und die Chlorbestimmung ausgeführt:

0,0918 g Substanz verbrauchte 17 ccm n/10 Silbernitratlösung, entsprechend 0,0604 g Chlor.

	Gefunden	Berechnet für NH_4Cl
Cl	66,15 %	66,24 %.

Die wässerig-alkoholische Mutterlauge wurde eingedampft, der Rückstand getrocknet und das Chlor durch Titrierung bestimmt. 0,0956 g Substanz verbrauchte 14,4 ccm n/10 Silbernitratlösung, entsprechend 0,0618 g = 66,64 % Chlor.

Bei der Destillation war also nur Ammoniak übergegangen. Andere Versuche, flüchtige Alkaloide zu gewinnen, wurden nicht unternommen, teils in Anbetracht der negativen Resultate Wingaards, teils weil stärkere Alkalien Spaltungsprodukte von Cholin geliefert haben würden (s. unten).

Ausschüttelungen eines spirituösen Extraktes nach Stas-Otto ergaben keine anderen Resultate als die, wie sie früher von anderen Untersuchern beschrieben sind, und sollen daher nur mit einigen Worten erwähnt werden. Nachdem der Alkohol verjagt war, ausgeschiedenes Fett und harzähnliche Massen abfiltriert waren und das Filtrat stark konzentriert worden war, wurde in der gewöhnlichen Weise ausgeschüttelt, erst bei saurer Reaktion, dann nach Zusatz von Alkalien. Die erhaltenen alkalischen Äther- und Chloroformextrakte hinterließen bei der Verdampfung nur unbedeutende Rückstände von einem unbestimmten, an Amine oder Nikotin erinnernden Geruch. Bei Behandlung dieser Rückstände mit wenig verdünnter Salzsäure und Eindampfung der filtrierten Lösungen wurden minimale Mengen Krystallnadeln gewonnen, die verschiedene Alkaloidreaktionen gaben. Aus diesen Versuchen ging also hervor, daß ein eventuelles Alkaloid in der Pflanze in überaus geringer Menge vorhanden, oder daß es so leicht in Wasser löslich sein mußte, daß es sich durch Ausschütteln nicht gewinnen ließ.

Ich ging daher dazu über, Fällungen mit dem von Jahns[1]) bei der Darstellung der leicht löslichen Arekaalkaloide benutzten Kaliumwismutjodid zu versuchen.

Frische Caltha wurde bei gewöhnlicher Temperatur mit der gleichen Gewichtsmenge Wasser, dem 1 % Schwefelsäure zugesetzt war, extrahiert. Die abgepreßte und filtrierte Flüssigkeit wurde,

1) Archiv der Pharmazie 225, 985, 1887; 229, 669, 1891; 235, 151, 1897.

nachdem die saure Reaktion durch Kalziumkarbonat abgestumpft war, auf dem Wasserbad konzentriert und darauf mit neutralem Bleiazetat in geringem Überschuß gefällt. Der voluminöse Niederschlag wurde abgesaugt und ausgewaschen, und das Filtrat sowie das Waschwasser wurden vermittels Natriumphosphat vom Blei befreit. Nachdem das immer noch sauer reagierende Filtrat von neuem stark konzentriert worden war, wurde eine reichliche Menge (etwa 25 %) verdünnter Schwefelsäure und darauf vorsichtig Kaliumwismutjodidlösung zugesetzt (der entstehende Niederschlag war im Überschuß löslich). Dadurch wurde ein körniger, roter, reichlicher Niederschlag erhalten, der nach Auswaschung mit verdünnter Schwefelsäure mit Wasser und Bleikarbonat verrieben wurde. Bei schwacher Erwärmung auf dem Wasserbad trat lebhafte Kohlensäureentwicklung auf. Sobald die Reaktion beendet und die rote Farbe vollständig verschwunden war, wurde die Masse abgesaugt und sorgfältig ausgewaschen. Filtrat und Waschwasser erhielten einen Zusatz von Chlorsilber, um vorhandene Jodverbindungen in Chloride überzuführen, und wurden geschüttelt, bis eine entnommene Probe keine Jodreaktion mehr gab. Die Lösung wurde nun filtriert, etwas gelöstes Silber durch Schwefelwasserstoff entfernt, und nach Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure auf dem Wasserbade eingedampft. Die erhaltene gelbgefärbte Krystallmasse löste sich (mit Ausnahme eines geringen Restes von anorganischer Natur) leicht in kaltem absoluten Alkohol. Nach Entfärbung mit Tierkohle wurde mit alkoholischer Platinchloridlösung gefällt, die einen reichlichen gelbweißen, in absolutem Alkohol unlöslichen, in warmem Wasser leicht löslichen Niederschlag erzeugte. Bei der Umkrystallisation aus warmem Wasser schieden sich orangerote Tafeln von dem für Cholinplatinchlorid charakteristischen Aussehen ab.

0,3616 g der bei 102—103° getrockneten Substanz ergab beim Glühen 0,1104 g Platin.

Gefunden	Berechnet für $(C_5H_{14}NOCl)_2PtCl_4$
31,39 %	31,64 %.

Die Mutterlauge gab bei weiterer Konzentration eine zweite Fraktion, die identisch mit den zuerst ausgeschiedenen Krystallen war.

Ein Teil der Platinverbindung wurde in Wasser gelöst, mit Schwefelwasserstoff zerlegt und das eingedampfte Filtrat mit Goldchlorid gefällt. Der Niederschlag wurde aus heißem Wasser umkrystallisiert, bei 105° getrocknet und der Goldgehalt bestimmt.

0,3171 g Substanz ergab beim Glühen 0,1405 g Gold.

Ein anderes Präparat, gewonnen aus einem auf dieselbe Art behandelten spirituösen Extrakt, lieferte folgende Analysezahlen:

0,3589 g Substanz ergab bei 455 mm und 15° 10,3 ccm Stickstoff, aufgefangen über 23 % Kalilauge[1]) = 3,17 %.
0,2146 g Substanz ergab beim Glühen 0,0956 g Gold.
0,1795 g Substanz wurden mit Schwefelwasserstoff zerlegt, gekocht und filtriert und im Filtrat und Waschwasser der Chlorgehalt nach Volhard bestimmt; es wurden 31,8 ccm n/20 Silbernitratlösung verbraucht, was einem Chlorgehalt von 0,5638 g entspricht.

	Gefunden	Berechnet für $C_5H_{14}NOCl.AuCl_3$
N	3,17 %	3,17 %
Cl	31,91 »	32,02 »
Au	44,31 und 44,55 %	44,50 »

Bei dem beschriebenen Vorgehen wurde also keine andere Base als Cholin gefunden, das nach ungefährer Schätzung in einer Menge von $^1/_2$—1 pro mille in der frischen Pflanze vorkommt. Genauer kann der Gehalt nicht angegeben werden, da ein leider nicht genau notierter Teil des Materials zu einigen orientierenden Versuchen gebraucht worden war.

Schließlich wurde auch Phosphorwolframsäure nach der von Kossel und andereren ausgearbeiteten Methode[2]) angewandt. 25 kg frischer Caltha wurden mit 20 % Spiritus extrahiert. Nachdem die Flüssigkeit abgepreßt war, wurden im Vakuum der Alkohol und soviel Wasser abdestilliert, daß 1 kg Extrakt 8,3 kg der Pflanze entsprach. Der sauer reagierende Extrakt wurde in Portionen von 1 kg mit Bleiessig gefällt und das Filtrat vermittels gesättigter Natriumphosphatlösung vom überschüssigen Blei befreit. Nach Absaugung und Auswaschung wurden Filtrat und Waschwasser auf dem Wasserbade bis auf 1 l konzentriert, dann wurde Schwefelsäure bis zu einem Gehalt von 5 Volumprozent und darauf Phosphorwolframsäurelösung so lange zugesetzt, bis eine entnommene Probe nicht sofort bei weiterem Zusatz trübe wurde. Der nach zweitägigem Stehen abgesaugte und mit 5 % Schwefelsäure gut ausgewaschene Niederschlag wurde in Wasser verteilt und durch fein pulverisierten Atzbaryt im Überschuß zerlegt. Nachdem die Mischung vermittels Turbine umgerührt worden war, bis sie nicht mehr nach Ammoniak

1) Berechnet nach Treadwell, Quantitative Analyse, 5. Aufl., 1911, Bd. II S. 351.

2) Siehe hierüber H. Steudel in Abderhaldens Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden Bd. II, S. 498, sowie E. Schulze und H. Winterstein am selben Ort Bd. II, S. 518, mit ausführlicher Literatur.

roch, wurden die unlöslichen Bariumsalze abgesaugt und mit Barytwasser ausgewaschen. Die vereinigten Filtrate wurden, nach Entfernung des Baryts durch Kohlensäure, mit Salpetersäure neutralisiert und auf dem Wasserbad konzentriert, wobei dafür Sorge getragen wurde, daß die Reaktion sich neutral oder schwach sauer hielt.

In dieser Lösung rief Silbernitrat einen spärlichen, flockigen Niederschlag (Alloxurbasen) hervor, der nicht näher untersucht wurde. Das Filtrat erhielt von neuem Silbernitratlösung zugesetzt, bis eine abfiltrierte Probe mit Barytwasser nicht mehr einen weißen sondern einen gelben Niederschlag gab; darauf wurde die Flüssigkeit mit pulverisiertem Baryt übersättigt. Der hierdurch hervorgebrachte schwarzbraune Niederschlag, der Silbersalze von Histidin, Arginin und anderen Diaminosäuren enthalten konnte, wurde nach bekannter Methode in eine Histidin- und eine Argininfraktion geteilt. Da das gewöhnliche Verfahren in allen Einzelheiten befolgt wurde, soll über die Resultate nur folgendes angeführt werden:

Histidinfraktion: Das sich schließlich ergebende farblose Filtrat zeigte sich bei einer Kjeldahlbestimmung fast stickstoffrei. In Übereinstimmung damit erhielt man bei Zusatz von alkoholischer Pikrolonsäure zu der bis auf 10 ccm eingedampften Lösung nur einen spärlichen, undeutlich krystallinischen Niederschlag. Histidin war also in bestimmbarer Menge nicht vorhanden.

Argininfraktion: Nur einmal glückte es, aus einem mit 95 %igen Alkohol hergestellten Extrakt einige Zentigramm eines Pikronolates zu gewinnen, das bei 225°, dem Schmelzpunkt des Argininpikronolates, schmolz. Bei erneuter Verarbeitung einer größeren Extraktmenge erzeugte alkoholische Pikrolonsäure eine etwas reichlichere, teils krystallinische, teils amorphe Ausscheidung, deren Quantität indes zu gering war, um die verschiedenen Aminosäuren, die vorhanden sein konnten, zu isolieren.

Die von den Histidin- und Argininfraktionen abfiltrierte Lösung, die u. a. Lysin, Alkaloide, Cholin und andere Basen enthalten konnte, wurde mit Schwefelsäure angesäuert, mit Schwefelwasserstoff behandelt, und das ausgeschiedene Bariumsulfat und Schwefelsilber wurde abfiltriert. Das Filtrat wurde mit Schwefelsäure bis zu 5 Volumprozent versetzt und wieder mit Phosphorwolframsäure gefällt. Der entstandene Niederschlag wurde in derselben Weise, wie oben beschrieben, durch Ätzbaryt im Überschuß zerlegt, die vereinigten Filtrate durch Kohlensäure vom Barium befreit und darauf konzentriert. Zur vorläufigen Prüfung auf Lysin wurde ein kleinerer Teil der schwach gelb gefärbten Lösung auf Sirupkonsistenz eingedampft und mit gesättigter

alkoholischer Pikrinsäurelösung versetzt. Die sich ergebende reichliche Menge zentimeterlanger seidenglänzender Nadeln ließ sich leicht aus Wasser umkrystallisieren. Die Löslichkeitsverhältnisse waren indessen nicht die des Lysinpikrates, und aus der Analyse ergab sich, daß es nur Kaliumpikrat war, was vorlag.

0,2748 g der bei 105° getrockneten Substanz ergab bei 765 mm und 18° 37,7 ccm Stickstoff.

0,6596 g Substanz lieferte 0,2144 g Kaliumsulfat, was 0,0924 g Kalium entspricht.

	Gefunden	Berechnet für $C_6H_2(NO_3)_2OK$
N	15,95 %	15,42 %
K	14,55 »	14,63 »

Der Rest der Lösung wurde mit Salzsäure übersättigt, auf dem Wasserbad eingedampft und im Vakuumexsikkator getrocknet. Nach vollständiger Trocknung wurde die bräunliche Krystallmasse fein pulverisiert und mit kaltem absoluten Alkohol behandelt, worin sich ein beträchtlicher Teil löste. Durch Zusatz von Platinchlorid wurde ein reichlicher, gelbweißer Niederschlag erhalten, der in der gewöhnlichen Weise in die Goldverbindung, die dann aus warmem Wasser umkrystallisiert wurde, übergeführt wurde. Die ausgeschiedenen gelben Nadeln enthielten kein Krystallwasser, schmolzen unter Zersetzung bei etwa 242° und bestanden aus Cholingoldchlorid.

0,1421 g der bei 105° getrockneten Substanz lieferte beim Glühen 0,0632 g Gold.

	Gefunden	Berechnet für $C_5H_{14}NOCl.AuCl_3$
Au	44,48 %	44,50 %.

Die mit kaltem absoluten Alkohol extrahierte Krystallmasse wurde mit 95%igem Alkohol gekocht, wobei sich fast nichts löste. Nach mehrtägigem Stehen schied sich eine geringe Menge anorganischer Würfel aus, und die abgegossene klare Lösung lieferte mit Platinchlorid nur einen unbedeutenden Niederschlag (Kaliumplatinchlorid).

Der in 95%igem Alkohol ungelöste Rest war feuerfest und bestand aus Kaliumchlorid, das durch Darstellung des Pikrates identifiziert wurde.

Das Resultat war also aufs neue, daß nur Cholin gefunden wurde. Damit erklären sich leicht die früheren Angaben, daß bei Destillationen und Ausschüttelungen Spuren von Alkaloiden oder alkaloidähnlichen Substanzen nachgewiesen wurden. Beim Kochen

von Cholin in neutraler oder alkalischer Lösung bildet sich u. a. Trimethylamin, vielleicht auch Neurin, die beide die gewöhnlichen Alkaloidreaktionen geben. Beim Ausschütteln von alkalischen Cholinlösungen, und selbst von Lösungen von Cholinchlorid mit Äther oder Chloroform, werden kleine Mengen aufgenommen, und man erhält nach Verdampfung der flüchtigen Flüssigkeiten spärliche Residuen, die Niederschläge mit Phosphorwolframsäure, Phosphormolybdänsäure, Kaliumwismutjodid, Jodjodkalium, Platinchlorid usw. liefern und so ein Alkaloid vortäuschen[1]). Dieselbe Verwechslung ist auch früher schon vorgekommen, insofern Bombelons vermeintliches Alkaloid in Capsella bursa pastoris nach Jahns[2]) nichts anderes war als Cholin.

1) Über das Verhalten des Cholins bei der Destillation s. Wl. Gulewitsch, Zeitschrift f. physiol. Chemie **24**, 512, 1890.

2) E. Jahns, Archiv der Pharmazie **235**, 151, 1897.