

Invagination (*vagina*, Scheide), Darmeinschiebung, besteht in der Einstülpung eines Darmstückes in ein anderes, gewöhnlich nach abwärts; dieselbe kommt ziemlich gleichmässig am Dünn- und Dickdarme vor. Die Ursachen der Invagination sind gewöhnlich Diarrhöen. Die Invagination wird häufig tödtlich durch Ileus, Peritonitis, Necrose der eingestülpten Darmstücke. Manchmal tritt Heilung ein, indem die Einstülpung spontan zurückgeht oder das eingestülpte Darmstück abgestossen wird.

Heitler.

Inventur, s. unter Apotheken-Buchführung, Bd. I, pag. 471.

Invertin, Invertina, heisst der den Rohrzucker invertirende Bestandtheil der Hefe.

Invertzucker, ein farbloses syrupöses Gemenge von Dextrose (Glycose) und Lävulose (s. d.), welches entsteht, wenn man Rohrzuckerlösung mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure erwärmt oder im zugeschmolzenen Glasrohr auf 130—135° erhitzt, oder wenn invertirendes Ferment, das sogenannte Invertin, auf Rohrzuckerlösungen einwirkt. 3 g Rohrzucker, in 400 ccm Wasser gelöst, werden beim Erwärmen mit 20 Tropfen Salzsäure von 1.11 spec. Gew. nach etwa 30 Minuten in Invertzucker umgewandelt; s. auch Rohrzucker. Loebisch.

Involucrum, s. Hüllkeleh, Bd. V, pag. 279.

Involution (*involvere*) ist der Process der Rückbildung. Am häufigsten gebraucht man den Ausdruck für die physiologische Rückbildung des Uterus nach der Geburt. Man spricht aber auch von allgemeiner oder seniler Involution im Sinne der rückschreitenden Metamorphose im Greisenalter und von Involution krankhafter Neubildung.

Jod, J = 127. Geschichtliches. COURTOIS, ein Salpetersieder in Paris, beobachtete 1812 bei dem Verarbeiten der Vareclaugen auffällige Erscheinungen, die er zur Fortsetzung von Versuchen CLEMENT und DÉSORMES mittheilte. Drei Jahre später, 1815, gelang es dann GAY-LUSSAC und DAVY die Ursache der COURTOIS'schen Beobachtungen aufzufinden und das Jod selbst zu isoliren. Sie nannten es Jod nach der violetten Farbe seines Dampfes, ιοδῆς (ἰον und ἰδος) veilchenartig.

Vorkommen. In der Natur findet sich Jod, wie die Halogene überhaupt, stets gebunden, niemals frei, entweder als Jodid in Verbindung mit Metallen oder als Jodat in jodsauren Salzen, gebunden an Natrium, Calcium, Kalium, Magnesium und auch an Schwermetalle — grösstentheils in Begleitung mit Chlor- und Bromverbindungen. Die Verbreitung des Jods ist zwar eine ungemein grosse, doch findet es sich überall nur in verhältnissmässig geringer Menge. Es findet sich als Jodsilber in mexicanischen, spanischen und chilenischen Silbererzen, als Jodblei im Weissbleierz (PbCO_3), in schlesischen Zinkerzen, im schwedischen Thonschiefer, in Phosphoriten (Nassau, Canada), in einzelnen Steinkohlen, im Steinsalz von Hall u. s. w. Ferner enthält der rohe Chilisalpeter, Caliche genannt, etwa 0.16 Procent Natriumjodat; allein die vornehmlichste Jodquelle ist das Meer. Freilich gelingt der directe Nachweis von Jod im Meerwasser nur in einzelnen Fällen (gelungen ist dies nach BALARD, PFAFF und KÖTTSTORFER im salzarmen Wasser der Ostsee und in dem des Mittelmeeres), weil es etwa nur $\frac{1}{200}$ hunderttausendstel bis $\frac{1}{50}$ millionstel Jod enthält. Allein durch die im Meere lebenden Pflanzen und Thiere, Schwämme, Schalthiere, Gasteropoden, Fische, Algen, Fucusarten u. s. w., welche Jodverbindungen in ihrem Organismus aufspeichern und beim Verbrennen in der Asche zurücklassen, ist das Wasser des Oceans eine unerschöpfliche Quelle der Jodgewinnung. Ebenso sind Guano, Leberthran (in 10000 Th. etwa 0.15 Th. Jod), Seesalz, wie überhaupt alle Meeresproducte jodhaltig. Dasselbe gilt von den meisten Steinsalzlageru und Soolwässern (Soden, Kreuznach, Reichenhall), vielen Mineralwässern (Homburg, Pymont, Ems, Fachingen, Krankenheil, Aachen),

worauf ihre arzneiliche Wirkung mit beruht. Auch in mehreren Süßwässern, Quellen und Flüssen und in den in ihnen lebenden Pflanzen, in der Asche von Landpflanzen, der Pottasche, in Rübenmelasse, in Landthieren, in Eiern und Milch ist Jod gefunden, ja selbst in der Luft, besonders in der Nähe der Küste, im Regen- und Schneewasser.

Gewinnung. Seit Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde die Asche der Meerespflanzen in England und Frankreich technisch verwerthet, anfangs zur Sodafabrikation, dann nach Einführung der künstlichen Soda (nach dem Verfahren von LEBLANC) wegen ihres Kaligehaltes zur Darstellung von Kaliumsalzen. Als Mitte der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts auch diesen durch Stassfurt eine tödtliche Concurrenz erwuchs, verwerthete man die Aschen auf die Gewinnung von Jod, immerhin aber in einer gewissen sorglosen Weise, bis in den siebziger Jahren durch Verarbeitung der Calicelaugen (Mutterlaugen von der Reinigung des Chilisalpeters) die Jodfabrikation überhaupt aufhörte europäisches Monopol zu sein, was es bis dahin gewesen.

Durch die chilenische Concurrenz ist andererseits ein wohlthätiger Einfluss auf die Gewinnung der Meerespflanzen, Herstellung und Verarbeitung ihrer Aschen herbeigeführt. Die durch Stürme, namentlich im Frühling vom Meeresboden losgerissenen Tange und Algen werden an den Westküsten von Irland und Schottland, Frankreich (bei Cherbourg und Brest), Jütland und Spanien gesammelt, entweder einfach durch Zusammenhäufen der von den Wellen an den Strand geworfenen, oder durch Fischen der auf dem Wasser schwimmenden (*drift weed*, getrifteter Tang) Pflanzen. An der englischen Ostküste wird auch der an ruhigen Stellen wachsende Tang von besonders geübten Sammlern geschnitten (*Cut weed*, geschnittener Tang), allein die Asche desselben ist weniger jodhaltig als die von getriftetem Tang.

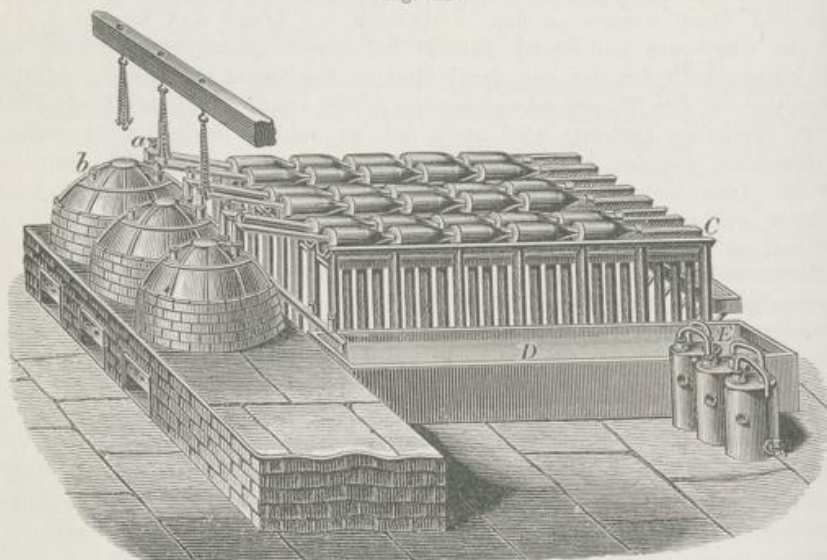
Ferner wechselt der Jodgehalt nicht nur erheblich je nach Verschiedenheit der Pflanzenarten (*Laminaria*-Aschen enthalten von 0.28—0.45 Procent, *Fucus*-Arten von 0.02—0.09 Procent Jod), sondern auch nach ihrem Standort, der Zeit des Einsammelns, der Behandlung beim Trocknen und der Art des Veraschens. Die gesammelten Meerespflanzen werden während der wärmeren Jahreszeit, theils auf der Erde ausgebreitet, theils auf hohe, korbartige Gestelle geworfen an der Luft getrocknet. Da hierbei durch Auswittern von Jodiden gleichzeitig mit anderen Salzen erhebliche Verluste eintreten, so hat man versucht, die frischen Pflanzen in Schleifmühlen zu zerkleinern, die breiige Masse mit Kalkmilch versetzt zu pressen und den Saft weiter zu verarbeiten, ebenso die frischen Pflanzen einer Gährung und Fäulniss zu unterwerfen (wobei die flüchtigeren, organischen Jodverbindungen in anorganische, nicht flüchtige übergeführt werden) und die Einäscherung nach dieser Zersetzung vorzunehmen. Auch trockene Destillation und Schwelen der vorsichtig getrockneten Meerespflanzen kommen bei ihrer Veraschung mehrfach in Anwendung. Grösstentheils aber geschieht dies in Gruben bei mässiger Hitze.

Die gewonnene Asche, in England Kelp, in Frankreich Varec, Varech genannt, stellt eine graue, zusammengesinterte, halb verglaste Masse dar, von der 1 Th. aus etwa 20 Th. trockenem Tang erhalten wird. Durchschnittlich enthält sie die Hälfte wasserlöslicher Bestandtheile und von diesen (Berichte 1878, pag. 253) Alkalichloride circa 50 Procent, Kaliumsulfat und -carbonat 12—19 Procent, Natriumsulfat, -sulfid, -hyposulfid, -sulfid und -carbonat je etwa 6—8 Procent und nur 0.23—0.3 Procent Natriumjodid. Die in Wasser nicht löslichen Substanzen, Sand, Silicate, Kohle und Calciumverbindungen finden Verwendung in der Glasfabrikation, so dass aus dem Rohproduct im Durchschnitt nur 0.3—0.9 Procent Jod gewonnen werden. Dies geschieht in folgender Weise: Die Tangasche wird zerkleinert durch heisses Wasser ausgelaugt, indem die gewonnene, nicht gesättigte Lösung nach und nach mit minder ausgelaugter Asche, zuletzt mit neuen Mengen Kelp zusammengebracht wird. Die erhaltene Lauge wird bis zu einem spec. Gew. von 1.18—1.20 eingedampft, wobei das hauptsächlich aus Chlornatrium bestehende, sich ausscheidende Salz ausgekrückt wird; die Mutterlauge wird beiseite

gestellt, wobei die schwerlöslichen Salze auskrystallisiren. Nachdem die Mutterlauge von letzterer noch einigemal fractionirt eingedampft worden, gewinnt man eine sogenannte Jodlauge (spec. Gew. 1.3—1.4), welche neben Jodiden noch Carbonate, Sulfate, Sulfide und Hyposulfite, meist an Natrium gebunden, enthält. Oder man laugt die Asche zuerst mit kaltem und dann erst mit heissem Wasser aus, um von vornherein eine Trennung der Salze zu bewirken. Die gewonnene Jodlauge wird in flachen, offenen Gefässen mit Schwefelsäure (1.7 spec. Gew.) in geringem Ueberschuss versetzt, nach dem Entweichen von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff der schaumartig auf der Oberfläche schwimmende Schwefel abgeschöpft und die Masse zum Auskrystallisiren der entstandenen Alkalisulfate einer mehrtägigen Ruhe überlassen.

Die jetzt gewonnene Lauge kann unmittelbar auf Jod verarbeitet werden. In England (Glasgow) geschieht dies durch Oxydation mittelst Braunstein und Schwefelsäure. Man bringt das Gemisch von Jodlauge, Braunstein und Schwefelsäure in einen Destillationsapparat, der aus einem gusseisernen Kessel mit Bleihelm *b* besteht. Der letztere ist durch eine oder zwei Bleiröhren mit Tubus *a*

Fig. 122.



(s. Fig. 122) mit einer oder zwei Reihen birnförmiger, ungekühlter Vorlagen aus gebranntem Thon verbunden. In dem Helm befinden sich noch ausserdem zwei schliessbare Oeffnungen, theils zum Einfüllen der Lauge, theils zum Beobachten der Jodentwickelung. So lange violette Dämpfe innerhalb des Apparates beobachtet werden, wird Braunstein nachgegeben, nach dem Aufhören der Joddämpfe wird die Destillation abgebrochen und der Rückstand auf Brom verarbeitet.

Die Destillationsapparate, von denen wie in Fig. 122 mehrere neben einander in einem mässig erwärmten Sandbade stehen, haben einen Kesseldurchmesser von etwa 1.5 m. Die flaschenförmigen Vorlagen, deren Hälse in dem Boden der nächstfolgenden stecken, sind etwa $\frac{3}{4}$ m lang und haben $\frac{1}{3}$ m Bauchweite. Auf der Unterseite haben sie ausserdem eine verschliessbare Oeffnung zum Ablassen des condensirten Wassers. Nach beendeter Destillation beträgt der Inhalt jeder solchen Vorlage 50—70 kg Jod, ihre Entleerung ist bei der Flüchtigkeit des Jods eine höchst lästige Arbeit. Ein System von mehreren Reihen solcher Vorlagen ruht auf einem festen Gestell. Zur Zeit beträgt die Jodproduction in Glasgow (etwa $\frac{9}{10}$ der englischen Gesamtproduction) 600000 kg p. a.

Der chemische Vorgang bei dieser Art der Jodgewinnung beruht auf der Oxydation, resp. Zerlegung des gebildeten Jodwasserstoffs in Wasser und freies Jod, $2\text{HJ} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 = \text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{J}_2$.

Ausser Jodiden befinden sich noch erhebliche Mengen Chloride und Bromide in der Lauge, welche bei ihrer Zersetzung und dem Freiwerden ihrer Halogene das gleichzeitig auftretende Jod durch Bildung von Halogeniden, Chlor- und Bromjod, verunreinigen würden. Da aber die Jodide vor den Chloriden und Bromiden durch Schwefelsäure zerlegt werden, so hat der Arbeiter seine Aufmerksamkeit besonders darauf zu richten, dass nicht mehr Schwefelsäure und Braunstein zur Anwendung kommen, als gerade zur Zersetzung der Jodide erforderlich ist, und die Temperatur nicht über 100° steige, weil sonst ausser mangelhafter Condensation der Joddämpfe die Einwirkung von H_2SO_4 und MnO_2 nicht allein auf die Jodide beschränkt bliebe.

In Frankreich geschieht die Jodgewinnung aus Vareclaugen, welche ähnlich wie Kelplaugen erzielt werden, nicht durch Destillation, sondern durch Fällung mittelst Chlor. Nach BARRUEL wird die Lauge mit Schwefelsäure schwach übersättigt, die unzersetzt gebliebenen Sulfite und Hyposulfite werden durch Einpressen von atmosphärischer Luft oxydirt, oder es wird die mit Braunstein gemischte Lauge zur Trockne eingedampft, dann schwach erhitzt und in die Lösung Chlor bis zur völligen Abscheidung des Jods geleitet. Ist Chlor überschüssig vorhanden, so wird dies durch neue Jodlauge entfernt. Das als schwarzes Pulver ausgeschiedene Jod wird von der überstehenden Flüssigkeit getrennt und gewaschen, dann in thönerne Deplacirtrichter mit doppeltem Boden gebracht, um den grössten Theil des anhängenden Wassers zu entfernen, und auf thönernen, porösen Platten getrocknet. Die Rückstände (Mutterlauge) werden auch hier entweder durch weiteres Einleiten von Chlor oder durch Erhitzen mit Braunstein und Schwefelsäure auf Brom weiter verarbeitet.

Obgleich bei den angegebenen beiden Methoden nicht unerhebliche Verluste durch Bildung von Halogeniden entstehen, so sind sie doch nicht durch andere Vorschläge, wie Fällen mit Kaliumdichromat, mit Ferro- und Kupfersulfat (als Cu_2J_2), Zersetzen mit salpetriger und Untersalpetersäure, verdrängt. Auch Destillation der sauren Lösung mit Eisenchlorid, oder Abscheiden statt mit freiem Chlor durch Chlorate hat sich nicht bewährt.

Die Menge des aus dem chilenischen Rohsalpeter (*Caliche*) in Terapaca und Antofagasta gewonnene Jod übertrifft zur Zeit die europäische Production um das 3—4fache.

Da der Rohsalpeter hauptsächlich Natriumjodat und nur Spuren von Jodid enthält, so beruht die Gewinnung des Jods statt auf einer Oxydation auf einer Reduction dieser Verbindungen. Die durch fractionirte Krystallisation erhaltene Calichemutterlauge, *Aqua vieja* genannt, besteht nach HARVEY (WAGNER'S Jahresber. 1882, pag. 382) aus:

Natriumnitrat . . .	28 Procent
Natriumchlorid . . .	11 „
Natriumsulfat . . .	3 „
Magnesiumsulfat . . .	3 „
Natriumjodat . . .	22 „
Wasser	33 „

Früher wurden die nicht besonders sorgfältig concentrirten Laugen entweder durch Einleiten von Schwefeldioxyd zersetzt und Jod als solches abgetrennt, welches man wusch und nach dem Abpressen sublimirte, oder es wurde der Lauge Natriumsulfid und Kupfersulfat zugegeben, wonach man das als Kupferjodür niedergeschlagene Jod sammelte und als Cu_2J_2 in den Handel brachte. Neuerdings werden die sorgfältiger concentrirten Laugen in hölzernen, mit Blei gefütterten Bottichen unter Umrühren mit Natriumsulfid zersetzt. Letzteres stellt man an Ort und Stelle durch Glühen von Natriumnitrit mit Kohle und nachheriges Einleiten

von Schwefeldioxyd in die Lösung der Schmelze dar. Zur Darstellung von Schwefeldioxyd wird einfach Schwefel verbrannt. Das hierbei ausgeschiedene Jod stellt eine schwarze, schlammige Masse dar, die sich theils auf dem Boden der Gefässe, theils auf der Oberfläche der Flüssigkeit absetzt. Es wird in Klärbottichen gewaschen, abfiltrirt, in Filterpressen gebracht und in Blöcke von 20 cm Länge und 15 cm Breite geformt. Dies südamerikanische Rohjod enthält etwa 5—10 Procent Wasser und ebensoviel nicht flüchtige Bestandtheile. Die von der Jodfällung zurückbleibenden Laugen enthalten noch ungefähr $\frac{1}{4}$ ihres ursprünglichen Gehaltes an Jod. Sie werden mit Schwefelcalcium versetzt und dann das gebildete Natriumjodid durch Kupferlösung zersetzt. Das gefällte Kupferjodür wird mit Braunstein und Schwefelsäure erhitzt oder nur mit Braunstein gegläht.

Auch bei der Verarbeitung jodhaltiger Phosphorite ($\text{Ca}_3[\text{PO}_4]_2$) auf Superphosphat wird Jod als Nebenproduct gewonnen. Die sich dabei entwickelnden Dämpfe werden entweder durch eiserne, mit Coaksstücken gefüllte Cylinder oder unmittelbar in Aetzalkali geleitet. Im ersteren Falle wird Eisenjodür gebildet, aus dessen Lösung dann Jod als Kupferjodür gefällt wird.

Um aus den Jodrückständen der Laboratorien das Jod wieder zu gewinnen, destillirt man die mit Aetzalkali versetzte und dann eingedampfte Lösung mit Braunstein und Schwefelsäure. Oder man setzt nach BEILSTEIN (Zeitschr. f. Chem. 1870, pag. 528) Natriumcarbonat im Ueberschuss zu, dampft ein, glüht gelinde, übersättigt den mit Wasser aufgenommenen Rückstand mit Schwefelsäure und leitet in die filtrirte Lösung das sich aus Stärke und Salpetersäure ($\text{N}_2\text{O}_3 + \text{N}_2\text{O}_4$) entwickelnde Gas. Auch elektrolytisch durch ein Kupferzinkelement (WAGNER, Jahresber. 1883, pag. 374) ist die Wiedergewinnung aus den Rückständen zu bewirken, indem das gebildete Jodzink durch eine filtrirte Chlorkalklösung zerlegt wird. Unlösliche Jodrückstände werden durch Digestion mit Eisenfeile oder Zink in lösliche Jodide übergeführt. Das so erhaltene Jod wird gewaschen und auf porösen Platten getrocknet.

Reindarstellung durch Sublimation. Das nach der einen oder anderen Methode dargestellte Rohjod ist zwar Handelswaare, muss jedoch für pharmaceutische und andere Zwecke einer Sublimation unterworfen werden. Namentlich enthält das französische Rohjod ausser bis zu 0.9 Procent festen Bestandtheilen noch 5—20 Procent Wasser. Je niedriger die Temperatur bei dieser Sublimation gehalten wird, desto reiner und im Ansehen schöner fällt das Sublimat aus. Man bedient sich im Grossen hierbei eines Apparates, wie ihn Fig. 123 zeigt.

In einem Sandbade *B* sind eine Anzahl eiserne oder thönerne Retorten *A A* neben- und gegeneinander eingebettet, von denen jede mit 20—25 kg Jod beschickt wird, und welche dann, um eine Verdichtung von Jod in der Retorte oder in deren Hals zu verhüten, vollständig mit Sand umgeben werden. Die Retorten sind mit einer Vorlage *D* aus Thon verbunden, die mit einem doppelten, durchlöchernten Boden *H* versehen ist, damit sich das condensirte Wasser unter demselben ansammeln kann. Deckel *E* verschliesst die Vorlage, derselbe wird luftdicht aufge kittet, und Abzugsrohr *F* gestattet der erwärmten Luft den Austritt. Die Thonvorlagen werden künstlich gekühlt, das Sandbad wird bis auf 110—120° erwärmt.

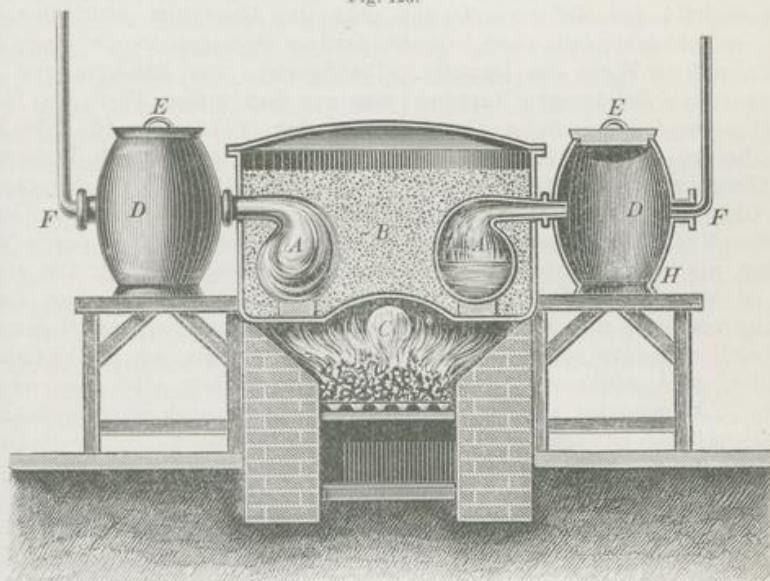
Bei kleinen Mengen Jod bedient man sich nach MOHR zur Sublimation einer Porzellanschale ohne Ausguss mit abgeschliffenem Rande, die mit einer Glasplatte bedeckt wird. Nachdem das Rohjod in die Schale gebracht ist, wird zur Zersetzung etwa vorhandener Halogenide feingepulvertes Kaliumjodid aufgestreut. Schale und Glasplatte durch Papierstreifen oder dergl. gedichtet und erstere in ein flaches Sandbad gesetzt, dessen Temperatur wenig über 110° zu halten ist. Das sublimirende Jod setzt sich in plattenförmigen Krystallen an die Glasscheibe.

Ein anderes Verfahren zur Reinigung von Jod besteht auch wohl darin, dass man dasselbe in Alkohol löst, die Lösung durch Glaswolle filtrirt und aus derselben durch Zusatz von Wasser wieder fällt.

Jodeyan, das zuweilen im Rohjod vorkommt (WITTSTEIN fand bis 28.7 Procent CNJ), lässt sich durch Sublimation nicht entfernen.

Zur Darstellung von chemisch reinem Jod wird entweder Jodstickstoff, NJ_2 , durch allmähliges, bis zum Kochen gesteigertes Erwärmen mit Wasser zersetzt und das ausgeschiedene Jod gesammelt, oder besser, um die Handhabung mit dem explosiven NJ_2 zu umgehen, nach STAS in folgender Weise verfahren. Zu einer Lösung von gleichen Theilen Kaliumjodid und Wasser wird so viel Jod gegeben, wie sich zu lösen vermag (s. LUGOL'sche Lösung). Die Lösung verdünnt man dann mit Wasser bis zur bleibenden Trübung, filtrirt und ermittelt durch einen Vorversuch in einem Theil der Flüssigkeit, wieviel Wasser zur Abscheidung des gelösten Jods erforderlich ist. Zweidrittel der ermittelten Wassermenge werden dann unter beständigem Schütteln allmählig der Lösung zugegeben, das ausgeschiedene Jod wird auf einem Filter gesammelt und mit Wasser der Destillation unterworfen. Dies aus dem Destillat abgesonderte Jod wird noch über Calciumnitrat getrocknet und, zur Beseitigung der letzten Spuren von Feuchtigkeit und Jodwasserstoff, zweimal über je 5 Procent gepulvertem, reinem Baryumoxyd destillirt.

Fig. 123.



Physikalische Eigenschaften. Das Jod des Handels erscheint in grauschwarzen, metallglänzenden, tafelförmigen Blättchen, die sehr weich und leicht zerreiblich sind. Nur in den dünnsten Schichten ist es mit braunrother Farbe durchscheinend, in dickerer Schicht lässt es nur das äusserste Roth des Spectrums durch (SCHULTZ-SELLACK, Poggend. Ann. 140, pag. 334). Völlig reines, aus Jodstickstoff pulverförmig abgeschiedenes Jod ist im trockenen wie im geschmolzenen Zustande fast schwarz. Da Jod ein vorzügliches Krystallisationsbestreben besitzt, so ist es im amorphen Zustande unbekannt. Sowohl geschmolzen als auch dampfförmig verdichtet erstarrt es krystallinisch. Besonders schön in Rhomben krystallisirt es aus Alkohol und aus Jodwasserstoffsäure.

Bei 17° besitzt es ein spec. Gew. von 4.948, bei 60° von 4.857, im flüssigen Zustande bei 117° von 4.004. Es schmilzt zwischen 113 — 115° , erstarrt bei 113.6° und siedet erst über 200° (STAS). Im luftleeren Raum verdampft es ohne zu schmelzen, doch verflüchtigt es sich trotz seines hohen Siedepunktes schon bei gewöhnlicher Temperatur, dabei sublimirend.

Es greift Augen und Schleimhäute stark an, wirkt überhaupt reizend und ätzend auf alle Gewebe und färbt die Haut vorübergehend gelb bis braun. Sein Geruch ist chlorähnlich, an Osmiumsäure erinnernd.

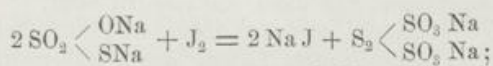
Jod ist kein Leiter der Elektrizität (JOLLY, Poggend. Ann. 37, pag. 420). Schmelzwärme = 11.7, Verdampfungswärme = 23.95, spec. Wärme des starren Jods = 0.05412, die des flüssigen das Doppelte; spezifische Wärme des Joddampfes bei constantem Druck = 0.03489. Von allen bekannten Gasen ist der Joddampf der dichteste, spec. Gew. bei 293° = 8.86, bei 1570° = 5.70 nach V. MEYER, der nach diesen Erscheinungen auf Dissociation des Jods in höherer Temperatur schliesst (NEUMANN, Berichte, 1880, pag. 1050 und Berichte, 13, pag. 870). Wirft man Jod in einen erhitzten Platintiegel, oder erhitzt man es langsam in einem geräumigen Kolben im Sandbade, so zeigt dieser gleichsam ungesättigte Dampf eine violette Farbe. Dagegen ist gesättigter Joddampf in dünner Schicht intensiv blau, in 10 cm dicker Schicht für Tages- und Kerzenlicht undurchsichtig, an den Kanten bei durchfallendem Licht schwarz (DUMAS). Joddampf besitzt ferner ausgezeichnete orangefarbene Fluorescenz, die besonders durch die grünen Strahlen des Spectrums hervorgerufen wird — ausser Joddampf fluorescirt kein bekanntes Gas. Violetter Joddampf erzeugt im Spectrum in bestimmter Dicke zahlreiche feine Linien von Roth bis Violett, bei dichterem Dampf geht die Absorption nicht über Violett hinüber, es entsteht dann nur ein bandartiges Spectrum in der einen Hälfte. Daher die violette Farbe des Dampfes. Die Spectren von flüssigem und festem Jod, ebenso von Jodlösungen bestehen nur aus dem rothen Theil bis *D* (über Polarisation der Jodkrystalle, s. CONROY, Jahresber. 1876, pag. 147). In Wasser löst sich bei $10-12^{\circ}$ 1 Th. Jod in 5524 Th. (WITTSTEIN), nach DOSSIOS und WEITH (Zeitschr. f. Chem. 1869, pag. 379) bei 6.3° in 6582 Th. In der wässerigen Lösung, *Aqua jodata*, bildet sich, namentlich bei nicht völlig gefüllten Gefässen, eine kleine Menge Jodwasserstoffsäure, wie bei Chlorwasser HCl durch Wasserzersetzung, welche die Lösungsfähigkeit des Wassers erheblich erhöht. Die wässerige Lösung ist bräunlichgelb, riecht nach Jod, zerstört die blaue Farbe von Lackmus und Indigo, entfärbt sich am Sonnenlicht, welche Erscheinung, im Gegensatz zu Chlor, durch Salzsäure aufgehoben wird. Hydrate des Jods, wie solche Chlor und Brom bilden, sind unbekannt. Die Wasserlöslichkeit des Jods wird ganz wesentlich erhöht durch Ammonsalze, z. B. Salmiak und Ammonnitrat, auch durch Gerbsäure, besonders leicht löslich ist es in Jodwasserstoffsäure und in Lösungen seiner Haloidsalze. Die Löslichkeit in letzteren wächst, z. B. in Jodkaliumlösung, mit dem Gehalt an Salz (s. LUGOL'sche Lösung). Diesen Lösungen lässt sich durch Ausschütteln mit Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff das Jod fast ganz entziehen. 10 Th. Alkohol, spec. Gew. 0.830 bis 0.834, lösen 1 Th. Jod, die Lösung ist die officinelle *Tinctura Jodi*. Ebenso wird Jod von Aether reichlich gelöst. Beide Lösungen sind verdünnt gelb, concentrirt dunkelbraun, beim Aufbewahren zersetzen sie sich jedoch unter Bildung von Jodderivaten und von Jodwasserstoff, nachweisbar nach dem Entjoden derselben durch Kupferspäne an der Röthung von Lackmus. 1 Th. Jod löst sich in 100 Th. Glycerin. Die vorzüglichsten Lösungsmittel sind jedoch Chloroform und Schwefelkohlenstoff. Die Lösung des letzteren ist bei grösserem Jodgehalt violett, ähnlich dem Joddampf, bei äusserst kleinen Mengen rosenroth. Chloroform löst Jod mit rother Farbe, bei Gegenwart von Alkohol (officinelles Chloroform enthält $\frac{3}{4}$ —1 Procent) erscheint die Lösung nicht rein roth, sondern mehr oder minder bräunlich bis braun. Man benutzt sogar dies Verhalten zum Nachweis grösserer Mengen von Alkohol im Chloroform. Ferner ist Jod löslich in Benzin und anderen Kohlenwasserstoffen mit violetter Farbe, löslich in Arsenichlorid, in flüssiger schwelliger Säure und in flüssigem Schwefelsäureanhydrid (MALET, Berichte 16, pag. 224. — STOAN, Jahresber. 1882, pag. 248. — R. WEBER, Journ. f. prakt. Chem. 25, pag. 224). Ueber das spectroskopische Verhalten dieser verschiedenen Lösungen s. VOGEL, Berichte, 11, pag. 919.

Die
Broms
und B
Brom.
gegen
theils
beiden
bewirk
Bildun
Fluor,
Die V
sprech
Verbir
es ja
unmitt
z. B. e
ersche
ersche
Explos
die V
erhitzt
allein
geleit
jodid.
löslich
sind d
an der
sind
zusam
explos
atome
Jod m
stoff,
stoffsä
säure
Zusam
werde
arseni
geföh
Bron
(s J
saures

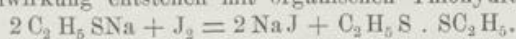
ähnlic

Jo
schaft
Jodstä
F. M
= (C
Metall
N
wie f
mache

Die chemischen Eigenschaften des Jods sind denen des Chlors und Broms gleich, nur ist die Wirkung des ersteren gegenüber derjenigen von Chlor und Brom schwächer; Jod steht daher hinsichtlich seiner Affinität nach Chlor und Brom. Dagegen kehrt sich das Verhalten der genannten Halogene dem Sauerstoff gegenüber um, denn theils ist die Bildungswärme für Jodsäure die grösste (THOMSON), theils ist letztere eine stärkere Säure, als die entsprechenden Oxysäuren der beiden anderen Halogene. Diese grössere Verwandtschaft des Sauerstoffs zu Jod bewirkt auch, dass letzteres aus Chloraten und Bromaten Chlor, resp. Brom unter Bildung von Jodat frei macht. Jod verbindet sich mit allen Halogenen, auch mit Fluor, was seitens Chlor und Brom nicht geschieht, zu sogenannten Halogeniden. Die Verbindungen von Jod mit Metallen werden, sobald sie den Oxydulen entsprechen, Jodüre, sofern sie den Oxyden äquivalent sind, oder sobald nur eine Verbindung besteht, Jodide genannt. Jod vereinigt sich wie die Halogene, zu denen es ja gehört, mit vielen Elementen direct, so dass sich die meisten Jodmetalle unmittelbar durch Zusammenbringen der beiden Elemente darstellen lassen. So z. B. entzündet sich gepulvertes Antimon, ebenso Phosphor, in Joddampf unter Feuererscheinung, Quecksilber vereinigt sich mit Jod zusammengerieben unter Lichterscheinung und lebhafter Wärmeentwicklung, Kalium und Jod verbinden sich unter Explosion, dagegen lässt sich Natrium damit gefahrlos zusammenschmelzen, und die Vereinigung mit Wasserstoff geschieht nur, sobald dieser mit Joddampf über erhitztes Platin geleitet wird. Die Jodide der Alkalimetalle sind die beständigsten, allein in hoher Temperatur sind sie flüchtig und erhitzt werden sie durch übergeleiteten Sauerstoff zerlegt. Letzteres geschieht nicht bei Jodsilber und Quecksilberjodid. Alkalijodide sind wie die übrigen Haloidsalze farblos und in Wasser leicht löslich, auch sind sie in Alkohol leichter löslich wie Chloride und Bromide. Farblos sind die Jodide der alkalischen Erden, zersetzen sich jedoch schon beim Erhitzen an der Luft. Mehrere Metalljodide, z. B. HgJ_2 , Hg_2J_2 , AgJ , PbJ_2 , ThJ , PdJ_2 u. s. w., sind gefärbt, von denen wieder einzelne lichtempfindlich sind. Mit Ammoniak zusammengebracht, ersetzt Jod theilweise oder ganz den Wasserstoff desselben, wobei explosive Stickstoffverbindungen entstehen. Ueber die Vertretung von Wasserstoffatomen, Hydroxylgruppen u. s. w. durch Jod in organischen Verbindungen s. Jodiren. Jod macht aus Wasserstoffsperoxyd Sauerstoff frei unter Bildung von Jodwasserstoff, andererseits aber scheidet Wasserstoffsperoxyd aus concentrirter Jodwasserstoffsäure Jod ab. Auch wird letzteres durch oxydirende Substanzen, wie Salpetersäure, Chlorate und Bromate, in Jodsäure übergeführt, dagegen bewirkt es beim Zusammentreffen mit niederen Oxyden Ueberführung derselben in höhere. So z. B. werden phosphorige Säure in Phosphorsäure, schweflige Säure in Schwefelsäure, arsenige Säure in Arsensäure, Eisenoxydul in Eisenoxydsalze durch Jod übergeführt. In ätzalkalischen Lösungen entstehen zum Unterschied von Chlor und Brom Jodide und Jodate, also nicht Hypojodide, die so gut wie unbekannt sind (s. Jodsäuren). Jod zersetzt Natriumthiosulfat in Jodnatrium und tetrathion-saures Natrium,



ähnlich dieser Einwirkung entstehen mit organischen Thiohydraten Disulfide,



Jod färbt Stärkekleister intensiv blau oder blauschwarz. Es theilt diese Eigenschaft mit basisch essigsaurem Lanthan und mit Narceïn. Die Eigenschaft, blaue Jodstärke zu bilden, besitzt Jod jedoch nur bei Gegenwart von Jodwasserstoffsäure. F. MYLIUS (Berichte, 1887, 20, pag. 688) gibt ferner an, dass Jodstärke $= (\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20}\text{J})_x$. HJ zusammengesetzt sei und ist HJ in derselben auch durch Metalljodide ersetzbar (vergl. Artikel Jodstärke).

Nachweis und Prüfung. Wenige Körper lassen sich so scharf und sicher wie freies Jod erkennen, das im gebundenen Zustande wiederum leicht frei zu machen ist. Zum Nachweis von Jod dient namentlich Blaufärbung gelöster (ge-

kochter) Stärke und Ausschütteln mit Schwefelkohlenstoff, Chloroform, Aether oder Benzol. Da Jod nur in Jodiden oder Jodaten vorkommt, so muss es zum Nachweis aus diesen elementar abgeschieden werden. Zur Abscheidung aus Jodiden bedient man sich entweder des Chlors (Chlorwassers) oder der rauchenden Salpetersäure. Ersteres ist jedoch mit Vorsicht anzuwenden, da sich bei einem Ueberschuss von Chlor das gegen die genannten Reagentien indifferente Chlorjod bildet, was namentlich bei kleinen Mengen Jod zu beachten ist. Ebenso setzt Chlor Brom aus Bromiden in Freiheit, nachdem die Zersetzung der Jodide erfolgt ist. Ferner scheiden Jod aus Jodiden ab: Eisenchlorid, Chlorate, Bromate und Jodate, Chromsäure, Braunstein und Schwefelsäure, Kaliumdichromat und Schwefelsäure, Baryumhyperoxyd, Kaliumnitrit und verdünnte Schwefelsäure, auch concentrirte Schwefelsäure. Aus jodsäuren Salzen wird Jod durch schweflige, wie jede andere Säure, selbst Essigsäure, ebenso durch Ferrosulfat abgeschieden. Freies oder freigemachtes Jod, welches sich in saurer Lösung befindet, färbt Schwefelkohlenstoff nach dem Schütteln bei grösseren Mengen violett, in geringer Menge rosenroth, reines Chloroform roth, alkoholhaltiges violettroth bis braun, Aether braun, Benzol violett. Ferner bedient man sich, wie angegeben, zum Jodnachweis des Stärkekleisters (über die Wirkung von Jod auf Stärkekörner vergl. Bd. I, pag. 339), sowie der Jodzinkstärkelösung Ph. Germ. II. Aber nur in stark verdünnter Stärkelösung ist die Reaction empfindlich, d. h. es tritt am sichersten bei $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ procentigen Lösungen die charakteristische blaue Farbe der Jodstärke nach Jodzusatz auf. Die Empfindlichkeit wird erhöht durch Kälte, beim Erhitzen verschwindet die blaue Farbe und kommt, wenn nicht alles Jod sich verflüchtigt hatte, beim Erkalten wieder zum Vorschein. Beeinträchtigt wird die Bildung der Jodstärke durch Aluminium- und Magnesiumsulfat, einzelne organische Substanzen, Schwefelkohlenstoff, durch alle freies Jod bindenden Körper (Alkalien, Natriumthiosulfat) und ebenso durch Chemikalien, welche freie Jodwasserstoffsäure zerstören (F. MYLIUS), z. B. Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, arsenige Säure, Zinnchlorür u. s. w. In starker Verdünnung erscheint die blaue Farbe der Jodstärke mehr roth, im concentrirten Zustande und bei Jodüberschuss grün.

Um Jod in natürlich vorkommenden Wässern, im Meere, in Mineral- und Trinkwasser und jodarmen Soolen nachzuweisen, werden mehrere Liter in einer Silberschale unter Zusatz von etwas reinem, jodfreiem Kaliumcarbonat zur Trockne eingedampft; der Rückstand wird mehrmals mit Alkohol ausgezogen, dieser durch Eindampfen verjagt; nachdem man dann das Zurückgebliebene gelinde geglüht und in Wasser aufgenommen hat, setzt man zu dieser Lösung entweder etwas rauchende Salpetersäure und schüttelt mit Schwefelkohlenstoff aus, oder fügt 1 bis 2 Tropfen Chlorwasser und etwas verdünnten Stärkekleister zu. Auf diese Weise lassen sich noch 0.004 mg Jod in dreimillionenfacher Verdünnung erkennen (Jahresber. 1877, pag. 1043).

Der Nachweis von Jod im Harn geschieht, indem man zu demselben 1—2 Tropfen Salzsäure, etwas Stärkelösung und dann Kaliumnitrit setzt.

In organischen Verbindungen wird Jod theils erkannt, theils auch quantitativ bestimmt, entweder in salpetersaurer Lösung durch Silbernitrat oder, falls dies Verfahren negativ ausfällt, indem man die Substanz mit Natronkalk (nach SCHIFF, Annal. d. Chem. 195, pag. 297, mit 1 Th. Soda und 4 Th. Calciumoxyd) glüht und nach Lösen des Rückstandes in verdünnter Salpetersäure durch Silbernitrat fällt u. s. w.

Da das im Handel vorkommende Jod theils wasserhaltig ist, theils mehrfache Verunreinigungen enthält, so ist seine Prüfung von allen Pharmakopöen vorgeschrieben. Ph. Un. St. lässt auf Feuchtigkeit durch Lösen in Chloroform prüfen, bei Gegenwart von Wasser wird letzteres trübe. BOLLEY (DINGLER's polyt. Journ. 126, pag. 40) weist den Wassergehalt in der Weise nach, dass er gewogene Mengen Jod und Quecksilber mit Alkohol zusammenreibt, den Rückstand sorgfältig trocknet und wägt. Wasserhaltiges, feuchtes Jod ist stets jodwasserstoffhaltig.

Feste Körper bleiben nach dem Verflüchtigen in einer Porzellanschale zurück. Ph. Russ. lässt 1 Th. Jod in eine Lösung von 2 Th. unterschwefligsaurem Natrium und 20 Th. Wasser bringen; bei Anwesenheit von unlöslichen oder färbenden Substanzen erscheint die Lösung nicht klar und farblos. Zum Nachweis von Jodeyan wird nach Ph. Germ. II. 1 Th. Jod mit 40 Th. Wasser geschüttelt, die Lösung bis zur Entfärbung mit Natriumsulfid versetzt, etwas Natronlauge, ein Körnchen Ferrosulfat und 1 Tropfen Eisenchloridlösung (1:50 verdünnt) zugegeben. Nach dem Uebersättigen mit Salzsäure darf keine Berlinerblaubildung stattfinden. Ph. Brit. und Dan. lassen Jodeyan nur durch seine physikalischen Eigenschaften bei Sublimation des zu untersuchenden Jods nachweisen. Jodeyan sublimirt wegen seiner grösseren Flüchtigkeit zuerst, und zwar in dünnen, farblosen, stechend riechenden Prismen. Jodhalogenide werden (Ph. Germ. II.) in der wässerigen, durch Natriumsulfid entfärbten Lösung auf die Weise erkannt, dass man Ammoniak überschüssig zugeibt, durch Silbernitrat Jod vollständig ausfällt und das Filtrat mit Salpetersäure übersättigt, wobei Chlor- und Bromsilber abgeschieden werden. Ph. Germ. II. erachtet einen Mindergehalt von 0.31—1.58 Procent als zulässig und lässt diese Grenze durch Lösen einer gewogenen Menge Jod in Jodkaliumlösung und Titriren mit Natriumthiosulfatlösung feststellen. Ph. Fenn. schreibt statt Natriumthiosulfat arsenige Säure vor, diese, wie auch Ph. Brit. und Un. St. verlangen absolut reines, 100procentiges Jod.

Quantitative Bestimmung. Diese kann theils gewichts-, theils maassanalytisch geschehen.

1. Jod wird gewichtsanalytisch entweder als Jodsilber oder als Palladiumjodür, auch als Thalliumjodür bestimmt. Jod in Substanz wird in Natriumsulfidlösung gebraucht, die Lösung filtrirt, mit Silbernitrat gefällt, der Niederschlag behufs Entfernung anderer Silberhalogene mit Ammoniak gewaschen, mit verdünnter Salpetersäure zur Entfernung von Silbersulfat gekocht, dann ausgewaschen u. s. w. und aus dem Gewicht des Jodsilbers der Jodgehalt berechnet (s. WAGNER'S Jahresber. 1872, pag. 272). Aus löslichen Jodmetallen wird nach reichlichem Zusatz von Ammoniak Jodsilber direct durch Silbernitrat gefällt, wobei Chlor- und Bromsilber in Lösung bleiben. Als Palladiumjodür, PdJ_2 , fällt man Jod ebenfalls aus wasserlöslichen Jodmetallen. Der Niederschlag wird in der Flüssigkeit entweder erwärmt oder bleibt darin 1—2 Tage stehen, ehe man ihn abfiltrirt. Bei 100° bis zum constanten Gewicht getrocknet, berechnet man entweder aus diesem den Jodgehalt oder reducirt das erhaltene PdJ_2 im Wasserstoffstrom durch Erhitzen bis zur Rothgluth (zur Zersetzung von gebildetem Palladiumwasserstoff) und stellt nach dem Gewicht des Palladiums die Jodmenge fest. Die Bestimmung als Palladiumjodür dient hauptsächlich zur Trennung der Jod- von Chlor- und Bromverbindungen. Auch durch Fällung mit Thalosulfat, Tl_2SO_4 , lässt sich gebundenes Jod von Chlor als TlJ trennen (HÜBNER, Zeitschr. f. anal. Chem. 1872, pag. 397). Ueber Trennung von Brom s. FIELD, Journ. f. prakt. Chem. 73, pag. 404. Jodate müssen bei der gewichtsanalytischen Bestimmung durch Silbernitrit vorher mit schwefliger Säure reducirt und überschüssiges Schwefeldioxyd durch Erhitzen entfernt werden. Sind Jodide und Jodate zusammen vorhanden, so wird die Lösung mit Silbernitrat kochend heiss gefällt, wobei nur das Jodid Jodsilber gibt, in dem Filtrat wird dann nach Reduction mit schwefliger Säure der Jodgehalt des Jodats als Jodsilber durch eine zweite Fällung bestimmt.

2. Maassanalytisch lassen sich zwar Jodide sowohl wie Jodate bestimmen, allein genauer noch als bei diesen geschieht es mit freiem Jod. Lösliche Jodide titriert man wie Chloride und Bromide mit $\frac{1}{10}$ normalem Silbernitrat (Indicator Kaliumchromat). 1 cem der $\frac{1}{10}$ Normallösung entspricht 0.0127 Jod.

Nach BÖHLIG (Zeitschr. f. anal. Chem. 9, pag. 310) kann man auch die Lösung mit feuchtem Silberoxyd digeriren, $KJ + AgOH = AgJ + KOH$, und in dem Filtrat die Menge des gebildeten Alkalis acidimetrisch bestimmen. Bei Anwendung von Silbernitrat müssen auch hier die Jodate vorher mit schwefliger Säure reducirt und ebenso überschüssige Säure abgedunstet werden.

Zur Bestimmung von freiem oder freigemachtem Jod werden verschiedene Maassflüssigkeiten empfohlen und auch verwendet. BUNSEN gebrauchte eine eingestellte 0.04—0.05procentige Lösung von schwefliger Säure; besonders in der Technik benutzt man eine titrimetrische Lösung von Natriumarsenit; nach REINIGE (Zeitschr. f. anal. Chem. 1870, pag. 39) eine $\frac{1}{2}$ procentige Kaliumpermanganatlösung, wodurch Kaliumjodat erzeugt und überschüssiges Reagens mit eingestelltem Natriumthiosulfat zurückgemessen wird. Doch ist durch alle derartige Vorschläge das älteste Verfahren nach SCHWARZ, die maassanalytische Bestimmung durch Natriumthiosulfat, nicht verdrängt (Synthese s. o.). Zu der kalten, dunkelgefärbten Jod-(Jodkalium)lösung lässt man zunächst soviel $\frac{1}{10}$ normaler Natriumthiosulfatlösung zufließen, bis dieselbe hell weinfarben geworden ist und setzt dann erst Stärkelösung oder Jodzinkstärkelösung zu. Die dadurch grün gefärbte Flüssigkeit wird auf weiteren Zusatz der $\frac{1}{10}$ Normallösung blau und schliesslich dann durch wenige Tropfen farblos. Auch beim Titiren mit schwefliger Säure oder arsenigsaurem Natrium dient Stärkekleister als Indicator.

Neben Chlor und Brom wird Jod maassanalytisch mittelst salpetriger Schwefelsäure und Eisenchlorid oder in saurer Lösung mit Eisensulfat (dasselbe muss jedoch frei von Stickstoffverbindungen sein) durch Auskochen und Auffangen in Jodkaliumlösung u. s. w. bestimmt (s. Maassanalyse). Ueber einzelne in der Technik gebräuchliche Bestimmungsmethoden vergl. MOHR, Maassanalyse; DONATH, Zeitschr. f. anal. Chem. 1880, pag. 19; GAVAZZI, Jahresber. 1882, pag. 1266; WAGNER, Jahresber. 1880, pag. 333.

Colorimetrisch lassen sich minimale Mengen von freiem oder freigemachtem Jod nach Ausschütteln mit Schwefelkohlenstoff durch die mehr oder minder intensive Farbe der Lösung quantitativ bestimmen.

Die therapeutische Anwendung des Jods erfolgte bald nach seiner Entdeckung und ist es seither eines der geschätztesten Heilmittel geblieben. Theils findet seine Anwendung äusserlich, theils innerlich statt. Die Wirkung ist eine locale, irritirende, wohl auf einer Verbindung mit Eiweisskörpern, Schleim u. s. w. beruhend, oder eine Wasserstoff entziehende und dadurch unter Bildung von Jodwasserstoff reizende Erscheinungen hervorrufend. Da Jod Resorption von Drüsenanschwellungen bewirkt, so findet es Anwendung gegen Scropheln, Kropf, Syphilis u. s. w. In grösseren Dosen bewirkt es Intoxicationen, welche als Jodismus (s. d.) bezeichnet werden. Als Antidot gegen einzelne Alkaloide oder gegen Schlangenbiss, wozu es früher angewandt wurde, soll es wirkungslos sein.

Die grösste Menge Jod wird wohl in der Therapie als Jodkalium gebraucht, erhebliche Quantitäten finden Anwendung in der Fabrikation von Theerfarben, kleinere für photographische Zwecke.

Die Aufbewahrung geschieht in trockenen, gut verschlossenen Gefässen mit Glasstöpseln vorsichtig an einem kühlen Orte (Ph. Dan. und Suec.).

K. Thümmel.

Jodäther, Jodäthyl, s. Aether jodatus, Bd. I, pag. 155.

Jodal, Trijodacetaldehyd, C_3H_5CHO , bildet sich beim Einleiten von Jodwasserstoff in Chloral oder Bromal. Siedepunkt über 200° (BEILSTEIN, Organ. Chem.).

K. Thümmel.

Jodallyl, Allyljodid, C_3H_5J , entsteht durch Einwirkung von Jod und Phosphor auf Allylalkohol, C_3H_5OH , oder auf Glycerin.

Zur Darstellung wird ein Gemisch von 16 Th. Allylalkohol, 25 Th. Jod und 2 Th. amorphem Phosphor nach eintägigem Stehen bis zur Hälfte abdestillirt, zum Rückstand Wasser gegeben und die Destillation so lange fortgesetzt, als noch Oeltropfen übergehen. Das Product wird durch fractionirte Destillation gereinigt. Oder man bringt (WAGNER, Berichte, 9, pag. 1810) 10 Th. gepulvertes Jod und 15 Th. Glycerin in eine Retorte, trägt nach Verdrängen der Luft durch

Kohlensäure allmählig 3 Th. gelben Phosphor anfangs in kleinen, später in grösseren Stücken ein, unterstützt, wenn nöthig, die Reaction durch vorsichtiges Erwärmen und destillirt im Kohlensäurestrom ab. Ein durch Isopropyljodid verunreinigtes Präparat wird mit Quecksilber und Alkohol geschüttelt, das gebildete Quecksilberallyljodid durch Destillation mit Jod zerlegt.

Allyljodid ist eine farblose, lauchartig und stechend riechende Flüssigkeit. Siedepunkt 100—102°, spec. Gew. 1.839 bei 14°. Beim Erhitzen mit concentrirter Jodwasserstoffsäure wird es in Isopropyljodür zerlegt, mit Brom entsteht Tribromhydrin, mit Chlorjod Dichlorjodhydrin.

Nascirender Wasserstoff aus Zink und Salzsäure erzeugt aus Allyljodid Propylen. Beim längeren Erhitzen mit Wasser zerfällt Jodallyl in Allylalkohol und Jodwasserstoff. Mit Triäthylphosphin, $P(C_2H_5)_3$, entsteht in Nadeln krystallisirendes Triäthylallylphosphoniumjodür, $(C_2H_5)_3C_3H_5P.J.$

Jodallyl ist das Ausgangsmaterial zur Darstellung der meisten Allylverbindungen und dient, mit Rhodankalium zusammengebracht, auch zur Darstellung des künstlichen Senföls (s. d. Art.).

K. Thümmel.

Jodamylin = Jodstärke.

Jodat bedeutet ein jodsaures Salz.

Jodbrom-Schwefelseife, eine Bezeichnung der Seife zur Herstellung künstlicher Aachener Bäder (vergl. Bd. I, pag. 1).

Jodbromide. Verbindungen von Jod mit Brom wurden zuerst von BALARD und LÖWIG, später von BORNEMANN und LANGERMARK dargestellt.

Jodmonobromid, JBr , entsteht, sobald Jod und Brom in gleichen Atomverhältnissen zusammentreffen. Zur Darstellung wird Jod in eine Retorte gegeben, worauf man aus einem Scheidetrichter langsam etwas mehr als die berechnete Menge Brom zufließen lässt. Darauf erwärmt man auf 30—50° und treibt durch einen Kohlensäurestrom das überschüssige Brom aus. Nach dem Abkühlen erstarrt das Ganze zu einer festen, krystallinischen Masse von jodähnlichem Ansehen.

Jodmonobromid schmilzt bei 36°, riecht bromähnlich, sublimirt in rothen Krystallen unzersetzt, greift Augen und Schleimhäute stark an. Es löst sich leicht in Alkohol, Aether, Chloroform und Schwefelkohlenstoff mit rothbrauner Farbe, in Wasser langsam unter Jodausscheidung. Stärkekleister wird braunroth gefärbt.

Jodpentabromid, JBr_5 , entsteht, sobald Brom überschüssig auf Jod einwirkt oder neben Phosphortribromid bei der Zersetzung von fünffach Bromphosphor durch Jod. $5PBr_5 + J_2 = 5PBr_3 + 2JBr_5$.

Dunkelbraune Flüssigkeit, in Wasser nicht unzersetzt mit rothbrauner Farbe löslich; bei niederer Temperatur bildet es mit demselben ein krystallinisches Hydrat.

K. Thümmel.

Jodcadmium-Jodkalium, $CdJ_2 \cdot 2KJ \cdot 2H_2O$, ist eine Lösung von 10 Th. Jodcadmium und 20 Th. Kaliumjodid in 70 Th. Wasser, die als Reagens auf Alkaloide angewandt wird. — Vergl. Bd. I, pag. 230 u. MARMÉ, Compt. rend. 63, pag. 843.

K. Thümmel.

Jodchloride sind als JCl und JCl_3 bekannt, während Jodpentachlorid, JCl_5 , nach HANNAY (Chem. Soc. J. 35, 169) nur eine Lösung von Jodtrichlorid in flüssigem Chlor sein soll.

Jodmonochlorid, JCl , erhält man nach SCHÜTZENBERGER (Jahresb. 1862, 78; 1877, 216) in reinem Zustande durch Destillation von 1 Th. Jod mit 4 Th. Kaliumchlorat. Ferner bildet sich dasselbe beim Ueberleiten von Chlor über entwässertes Jod (im dauernden Chlorstrom entsteht Jodtrichlorid) und wird auch nach BUNSEN (Ann. d. Ch. 84, 1) durch Kochen von Jod mit überschüssigem Königswasser, Verdünnen mit Wasser, Ausschütteln mit Aether und Abdunsten des letzteren dargestellt.

Jodmonoehlorid erscheint als dicke, rothbraune Flüssigkeit, die theils in der Kälte, theils beim längeren Stehen krystallinisch wird. Auch durch Sublimation erhält man es in Krystallen. Die durchsichtigen, hyacinthrothen Krystalle schmelzen bei 25° (TRAPP), Siedepunkt 101.3, spec. Gew. 3.182 bei 0°. Jodmonoehlorid besitzt einen stechenden, chlor- und jodähnlichen Geruch, reizt äusserst heftig die Schleimhäute, verursacht auf der Haut Schmerzen, entfärbt Pflanzenfarben, bläut Stärke jedoch nicht. Bei der Berührung mit der Luft zerlegt es sich in Jod und Jodtrichlorid. Mit Wasser zusammengebracht entsteht Chlorwasserstoff und Jodsäure, dagegen löst es sich in Salzsäure unzersetzt, ebenso in Alkohol und Aether. Ammoniak gibt Salmiak und Jodstickstoff.

Jodtrichlorid, JCl_3 , lässt sich nach BRENNEN (Berichte d. chem. Ges. 1875, 487) am zweckmässigsten durch Ueberleiten von getrocknetem Chlor über schwach erwärmtes Jod in einem geeigneten Apparat darstellen, wobei sich das verflüchtigte Jodtrichlorid in dem kälteren Theile des Apparates krystallinisch ansetzt. Ueber Darstellung und Eigenschaften vergl. Pharm. Zeitg. 1887, pag. 692.

Die Bildung dieses Jodhalogenids erfolgt ferner bei der Einwirkung von Chlorwasserstoff auf Jodsäure oder von Jodwasserstoff auf Chlor (vergl. Art. Chlorjod, Bd. III, pag. 79).

Im reinen Zustande erscheint Jodtrichlorid in langen, gelben Nadeln, die beim Aufbewahren in rhombische Tafeln übergehen. Es ist hygroskopisch, raucht an der Luft, riecht ungemein stechend, zu Thränen und Husten reizend. Spec. Gew. 3.11. Beim Erwärmen zerlegt es sich sofort in Jodmonoehlorid und Chlor, ist in wenig Wasser unzersetzt löslich, durch mehr Wasser wird Zerfall bewirkt.

Mittelt Aether kann Jodtrichlorid der wässerigen Lösung nicht entzogen werden, weil durch Aether, ebenso durch Alkohol Zersetzung in Monoehlorid, Jod- und Salzsäure entsteht. In Benzol ist es mit dunkel kirschrother Farbe löslich. Mit Schwefelkohlenstoff verflüssigt es sich unter Erwärmung und Bildung von Chlor- und Jodschwefel, gleichzeitig entsteht dabei eine Doppelverbindung $JCl_2 \cdot SCl_2$ in gelben Krystallen (WEBER und HANNAY), welche auch durch concentrirte Lösungen von Alkaliechloriden (bei Gegenwart von Schwefelkohlenstoff) gebildet wird. Wird Wasserstoff über gelinde erwärmtes Jodtrichlorid geleitet, so entsteht Chlorwasserstoff und Jodmonoehlorid, dagegen verflüchtigt sich JCl_3 unzersetzt, sobald die Ueberleitung des Gases in der Kälte geschieht. Mit Aetzalkalien zusammengebracht, wird es wie Monoehlorid in Alkaliechlorid, Alkalijodid und Jod zersetzt, wobei sich letzteres weiter im überschüssigen Alkali als Jodid und Jodat löst.

K. Thümmel.

Jodcigarren bestehen aus einem mit Jodalkalien getränkten Tabak; sie wurden von Frankreich aus viel empfohlen, entsprechen aber den daran geknüpften Erwartungen keineswegs, weil, wie Untersuchungen ergeben haben, in den Rauch der verbrennenden Cigarre Jod nicht übergeht.

Jodcyan, Cyanjodid, CNJ, wurde 1816 von DAVY entdeckt. Es bildet sich beim Erhitzen der Cyanide, $Hg(CN)_2$ (Ph. Germ. II.), $AgCN$ u. a., mit Jod, ebenso beim Eintragen von Jod in eine heisse Cyankaliumlösung. Zur Darstellung wird 1 Th. fein zerriebenes Cyanquecksilber mit einer ätherischen Lösung von 2 Th. Jod zusammengebracht, das Filtrat vorsichtig abgedunstet und der Rückstand nochmals mit Aether aufgenommen.

Sublimirt feine, weisse, locker verfilzte Nadeln, krystallisirt aus absolutem Alkohol oder Aether kleine, vierscitige Tafeln, aus wässrigem Weingeist lange, federförmig verzweigte Nadeln von stechem Geruch.

Jodeyan verflüchtigt sich schon bei gewöhnlicher Temperatur, ist in Wasser, Alkohol, besonders in Aether löslich. Die Lösungen werden durch Silbernitrat nicht gefällt; mit Kaliumsulfid versetzt, bildet sich Blausäure, Jodwasserstoffsäure und Kaliumsulfat, beim Schütteln mit Quecksilber entstehen Dicyan und Quecksilberjodür. Jodeyan mit Aetzlauge und Eisenoxyduloxylösung versetzt, gibt nach dem Uebersättigen mit Salzsäure Berlinerblau (Ph. Germ. II. Jodprüfung).

Cyan und Jod verbinden sich nur in einem Verhältniss als Jodeyan. Dasselbe ist äusserst giftig und muss daher vorsichtig, wegen seiner Flüchtigkeit gut verschlossen aufbewahrt werden.

K. Thümmel.

Jodetum, Jodidum, Joduretum (Proto- und Deuto-Joduretum), veraltete Benennungen für die Verbindungen der Metalle mit Jod.

Bei Anwendung der Worte Jodetum und Jodidum wurde die Stufe durch die adjectivische Endung des betreffenden Metalles ausgedrückt; bei Joduretum diente die Vorsilbe Proto oder Deuto zur Kennzeichnung der Stufe.

Jodetum hydrargyrosium, Proto-Joduretum Hydrargyri = Hydrargyrum jodatium (flavum).

Jodetum hydrargyricum, Deuto-Joduretum Hydrargyri = Hydrargyrum bijodatium (rubrum).

Jodfluorid, Jodpentafluorid, JF_5 , ist das einzige Halogenid des Fluors. Es entsteht durch Zersetzung von Fluorsilber mittelst Jod (GORE, Chem. News, 24, pag. 291 u. 32, 229). Farblose, flüchtige, an der Luft stark rauchende Flüssigkeit, welche Glas ätzt und durch Wasser in Jodsäure und Fluorwasserstoff zerlegt wird.

K. Thümmel.

Jodgelb ist Jodblei.

Jodgrün. Die fabrikmässige Darstellung dieses Farbstoffes begann im Jahre 1866. Gegenwärtig ist er vollständig durch das ähnlich zusammengesetzte Methylgrün verdrängt.

Man erhält das Jodgrün durch Erhitzen von Rosanilin mit überschüssigem Jodmethyl. — Vergl. Methylgrün.

Benedikt.

Jodia von BATTLE & Co., eine amerikanische Specialität, ist (nach Pharm. Rundschau) ein Auszug von Stillingia, Helonias, Menispermum etc. mit Jodkalium und Ferriphosphat.

Jodid, Jodür, Verbindungen des Jods mit Metallen und organischen Radicalen; die Jodide entsprechen den Oxydverbindungen, die Jodüre den Oxydulverbindungen.

Jodidbeschlag. Der auf einer Porzellanschale erzeugte Oxydbeschlag (siehe BUNSEN'S FLAMMENREACTIONEN, Bd. IV, pag. 380) wird über ein Gefäss mit rauchender Jodwasserstoffsäure (zerflossenem Jodphosphor) gebracht und später gelinde erwärmt. Der so entstandene Jodidbeschlag wird auf sein Verhalten beim Anhauchen mit feuchter Luft (Löslichkeit) und beim Anblasen mit Ammoniak geprüft.

Jodina, ein nicht mehr gebräuchliches Synonym von Jod. — **Jodine**, der englische Name für Jod.

Jodinroth = Jodquecksilber.

Jodiren nennt man die Operation, durch welche in der Regel nur organische Körper mit Jod verbunden werden.

Freies Jod lagert sich wie die Halogene überhaupt an ungesättigte Verbindungen an, die Vereinigung erfolgt jedoch langsamer, wie bei Brom und Chlor. Auf gesättigte organische Verbindungen wirkt Jod allein nicht substituierend, daher werden auch Jodderivate durch Jodwasserstoff zerlegt, indem Wasserstoff für Jod eintritt, z. B. $CH_2J.COOH + HJ = CH_3.COOH + J_2$.

Jodiren von Kohlenwasserstoffen ist also nur dann durch freies Jod möglich, wenn der beim Jodeintritt freier werdende Wasserstoff, welcher sich mit vorhandenem Jod zu HJ verbindet, und dann als solcher bereits gebundenes Jod eliminiren würde, sofort entfernt wird. Der freiwerdende Wasserstoff wird u. a. durch Zusatz von Jodsäure entfernt, z. B. $5C_6H_6 + J_4 + HJO_3 = 5C_6H_5J + 3H_2O$.

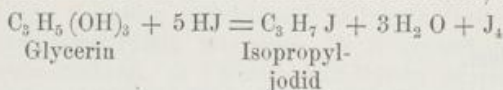
Beim Jodiren von Körpern der aromatischen Reihe wird statt Jodsäure bequemer Quecksilberoxyd u. s. w. in Anwendung gebracht (über specielle Aus-

führung s. LIPPMANN, Berichte, 1875, pag. 1773) Mit Körpern, welche die Gruppe $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}$ oder $\text{CH}_3 \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{C}$ enthalten, bewirkt Jod bei Gegenwart von Alkali Jodoformbildung.

Aus Chlorderivaten lassen sich durch Erhitzen derselben mit Kaliumjodid oder in einzelnen Fällen besser mit Jodwasserstoffsäure, Jodaluminium und Jodkalium, Jodderivate darstellen. Umgekehrt werden aber durch Erhitzen mit Quecksilberchlorid Jod- in Chlorderivate übergeführt, analog der Umwandlung der anorganischen Jodide in Chloride mittelst Chlorsilber (über das Verhalten der organischen Haloidverbindungen, Jodäthyl, Isobutylchlorid u. s. w., gegen Metallhaloidsalze s. Ann. d. Chem. 225, pag. 146 u. 171).

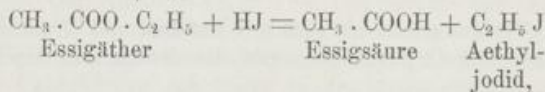
Ungesättigte Verbindungen, Olefine u. s. w., werden leichter durch Jodwasserstoffsäure als durch freies Jod jodirt, die Vereinigung erfolgt auch energischer als durch Brom- und Chlorwasserstoff. Dasselbe ist der Fall, sobald Jodwasserstoff mit einatomigen Alkoholen in Wechselwirkung tritt, z. B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HJ} = \text{C}_2\text{H}_5\text{J} + \text{H}_2\text{O}$.

Beim Kochen von mehratomigen Alkoholen ($\text{C}_n \text{H}_{2n+2} \text{O}_x$) mit Jodwasserstoffsäure entsteht stets das Jodid eines secundären Alkohols, z. B.



Zunächst wird auch hier das entsprechende Jodid gebildet, dieses aber sofort weiter zersetzt und nur das an CH haftende Jodatome durch Einwirkung der Jodwasserstoffsäure nicht angegriffen.

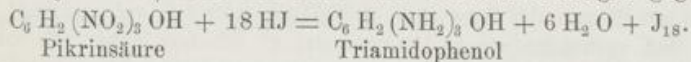
Ebenso wie die Alkohole werden auch Aldehyde, Ketone, Carbon- und Oxysäuren ($\text{CH}_2(\text{OH}) \cdot \text{COOH} + \text{HJ} = \text{CH}_2\text{J} \cdot \text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$) oft bis zu Kohlenwasserstoffen reducirt, ungesättigte in gesättigte, Benzol in Hexan ($\text{C}_6\text{H}_6 + 8 \text{HJ} = \text{C}_6\text{H}_{14} + \text{J}_2$) übergeführt. Ester werden durch Jodwasserstoffsäuren leichter als durch Brom- und Chlorwasserstoff verseift, z. B.



die Wirkung der Säure wächst mit dem Moleculargewicht.

Chlor- und Bromderivate werden durch Jodwasserstoffsäure in Jodderivate übergeführt, einfache und gemischte Aether, meist schon in der Kälte, gespalten, z. B. $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + \text{HJ} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{J}$, und zwar entsteht aus gemischten Aethern stets das Jodid des niederen Alkyls, wie $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{O} \cdot \text{CH}_3 + \text{HJ} = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CH}_3\text{J}$, dagegen bilden sich beim Erhitzen mit Halogenwasserstoffsäuren, namentlich durch Jodwasserstoffsäure, Haloidester, z. B. $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O} + 2 \text{HJ} = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{J} + \text{H}_2\text{O}$.

Ferner ist die Wirkung der Jodwasserstoffsäure in vielen Fällen eine reducirende, keine jodirende, z. B. den Nitro- und Amidverbindungen gegenüber



Die reducirende Wirkung der Jodwasserstoffsäure wird durch amorphen Phosphor erheblich gesteigert, indem das freiwerdende Jod in HJ übergeführt wird.

Diazverbindungen werden schon in der Kälte durch Jodwasserstoff zerlegt, z. B. $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}_2 \cdot \text{OH} + \text{HJ} = \text{C}_6\text{H}_5\text{J} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Die Operation des Jodirens wird entweder in Gläsern mit gut schliessenden Stöpseln oder in zugeschmolzenen Röhren oder in Kolben mit Rückflusskühler vorgenommen.

K. Thümmel.

Jodismus. Jede Jodverbindung, die im thierischen oder menschlichen Körper Bedingungen findet, wodurch Jod frei gemacht wird, kann abnorme Wirkungen hervorrufen. Dieselben lassen sich in zwei Gruppen sondern, nämlich in Nebenwirkungen und Vergiftungen.

Die Nebenwirkungen setzen eine gewisse besondere individuelle Widerstandslosigkeit von Organen oder Organtheilen gegen die Berührung mit dieser, direct oder vom Blute aus wirkenden Substanz voraus, derart, dass das eine Individuum schon nach einer einzigen kleinen Dose, ein Anderer erst nach mehreren und noch ein Anderer überhaupt keine Nebenwirkungen aufweist. Nur bei so besonders dazu disponirten Menschen ist es möglich, jederzeit durch Verabfolgung von Jod Nebenwirkungen hervorzurufen, nicht aber bei anderen. Dem gegenüber sind acute oder chronische Vergiftungen durch geeignete Giftdosen bei jedem Menschen erzeugbar.

Die Nebenwirkungen an der Haut nach Jodeinpinselung bestehen in dem Auftreten von Pusteln oder Blasen oder in sehr seltenen Fällen auch in Brand. Als entferntere Wirkung fand man, wahrscheinlich in Folge von Nierenreizung, Eiweiss im Harn. Nach Einbringen von Jod oder Jodkali in den Magen zeigen sich bald vereinzelt, bald combinirt: Starke Secretion des Nasenschleims (Jodschnupfen), Husten, Athembeklemmung und Schwellung der Schleimhaut der Luftröhre (Jodasthma), starke Absonderung von Thränen, Schwellung der Augenlider und benachbarter Theile, Stirnkopfschmerz, Schmerzempfindungen im Bereiche der Gesichtsnerven und Hautausschläge fleckiger, quaddelartiger, blasiger oder sogar blutiger Natur. In dem Inhalt eines solehen, nach Jodgebrauch aufgetretenen Knötchens wurde ebenso wie im Nasenschleim Jod nachgewiesen. Es soll darnach das eingeführte Jodsalz mit dem in stagnirendem Hautsecrete vorhandenen salpetersauren Ammoniak freies Jod bilden, das seinerseits reizend auf die Hautdrüsen und deren Umgebung wirken kann. Blutharnen und Harnbeschwerden sind sehr selten hiernach zu beobachten.

Alle diese Nebenwirkungen verschwinden ohne Hilfe nach dem Aussetzen des Mittels. Es ist deswegen auch überflüssig, wie dies neuerdings empfohlen wurde, gegen dieselben die ungiftige Sulfanilsäure zu 4.5—6 g mit 3—4 g Natrium carbonicum und 150 Th. Wasser zu verabfolgen, zumal hierdurch angeblich auch nur in der Hälfte aller solcher Fälle eine schnelle Coupirung der Nebenwirkungen erzielt wird. Es sollte dadurch eine Bindung von salpetriger Säure (bei Anwesenheit von salpetrigsauren Salzen und saurer Reaction der Nasenschleimhaut) erfolgen, aber nur etwa 12 Stunden anhalten. Nebenher sollte eine möglichst salpeterfreie Nahrung (Milch, Weissbrod etc.) gereicht werden.

Die acute Vergiftung mit Jod (Jodtinetur, LUGOL'sche Lösung) erzeugt gleichviel ob das Mittel direct in den Magen gebracht oder in Körperhöhlen eingespritzt und durch den Blutlauf auf die freie Fläche des Magens ausgeschieden wird, beim Vorhandensein genügender Mengen locale Reizerscheinungen im Magen, die zu Erbrechen jodhaltiger Massen führen und alle übrigen Symptome eines Aetzgiftes: Magenschmerzen, Kleinheit des Pulses, Blässe des Gesichtes, Diarrhoe, Verminderung der Harnabscheidung, Collaps und den Tod durch Herzlähmung herbeiführen. Es werden 4—6 g Jod oder 20—30 g Jodtinetur als tödtliche Dosis für einen Erwachsenen angesehen. Die Einathmung von Joddampf macht ausser localen entzündlichen Veränderungen an den zugänglichen Schleimhäuten (Augenthränen, Schnupfen, Husten) nervöse Erscheinungen, wie Kopfschmerzen, Ohrensausen, Schwindel und Sehstörungen, die aber wieder vorübergehen.

Wird jedoch von Arbeitern in Jodfabriken der Joddampf, oder zu therapeutischen Zwecken lange Zeit hindurch Jod oder Jodsalz — denn auch dieses kann nur durch Jodabspaltung im Körper wirken — aufgenommen, so kann der chronische oder constitutionelle Jodismus auftreten. Derselbe ist charakterisirt durch allgemeine Ernährungsstörungen, bleiche Hautfarbe, mangelnde Esslust, schlechten Geschmack im Munde, Brechneigung oder häufiges Erbrechen, Verkleinerung mancher drüsiger Organe (Schilddrüse und Lymphdrüsen, vielleicht auch Hoden, Brustdrüse), nicht selten auch Schmerzen im Kehlkopf und Husten, stärkere Speichelabsonderung und catarrhalische Entzündung der Mundschleimhaut, leichtes Fieber, besonders aber nervöse Beschwerden, wie Herzklopfen, Schwindel, Be-

nommensein (*Ivresse jodique*), Schlaflosigkeit, Brustbeklemmung, taumelnder Gang, Gehörstörungen und Hallucinationen. Bei fortdauernder Einwirkung kann sich in Folge der allgemeinen Ernährungsstörung Wassersucht einstellen.

Auch bei dieser Vergiftungsform wird man durch Entfernen des schädlichen Einflusses und vorzugsweise Verabfolgung von harntreibenden Medicamenten zur besseren Ausscheidung des Jods die Symptome meist zum Verschwinden bringen können. Für die antidotarische Behandlung der acuten Vergiftung mit Jod kommen neben Eiweiss, Milch, Stärkekleister noch das unterschweflige Natron in Frage, während die Entzündungssymptome des Magens durch Eis, schleimige Getränke etc. bekämpft werden müssen.

L. Lewin.

Jodit, Jodargyrit, natürlich (bei Mazapill in Mexiko, Chanareillo in Chile und Guadalajara in Spanien) vorkommendes Jodsilber, AgJ. Perlgraues, gelbes, auch grünliches, sprödes, nicht hämmerbares Mineral (Unterschied von AgCl), von diamantartigem Fettglanz, mit glänzendem Strich. Hexagonal. Spec. Gew. 5.5, Härte 1—1.5.

K. Thümmel.

Jodjodkaliumlösung, LUGOL'sche Lösung. Die Löslichkeit von Jod in Jodkaliumlösung wächst mit dem Gehalt an Jodkalium. In einer durch Jodkalium und Jod gesättigten Lösung sind beide fast in gleichen Gewichtsverhältnissen enthalten. Schütteln mit Aether, Schwefelkohlenstoff oder Chloroform entzieht das freie Jod vollständig, Bleiacetat fällt Jodblei, ein Zeichen, dass in der Lösung kein Polyjodid enthalten ist.

DOSIOS und WEITH haben eine Tabelle der Lösungsverhältnisse zusammengestellt, nach welcher u. A. die Flüssigkeit

v. spec. Gew.	Jodkalium	Jod
1.0234	1.802	1.173
1.1112	7.201	6.037
1.2293	12.643	12.060

enthält. Concentrirte Jodjodkaliumlösungen lassen auf Zusatz von Wasser den grössten Theil des gelösten Jods fallen.

K. Thümmel.

Jodkaliumstärkepapier wird hergestellt, indem man Streifen von Fließpapier durch dünnen Stärkekleister aus 10 Th. Stärke und 300 Th. Wasser zieht, in welchem 2 Th. Kaliumjodid gelöst sind. Nach dem Trocknen wird das Papier verschlossen aufbewahrt.

Angefeuchtet dient es zum Nachweis von Chlor, Brom, salpetriger Säure und von Ozon in der Luft. In allen diesen Fällen wird das Papier bei Gegenwart der bezeichneten Substanzen durch Bildung von Jodstärke gebläut.

Jodlithionwasser, Ewich's, s. Bd. IV, pag. 125.

Jodlösung zur Maassanalyse. Da es schwierig ist, chemisch reines Jod darzustellen (s. Art. Jod) und es nicht gelingt, solches im Handel zu bekommen, so geht man zur Herstellung der volumetrischen Jodlösung nicht, wie es etwa nach dem Wortlaut der Ph. Germ. II. scheinen möchte, vom Jod, sondern von einer aus reinem Material dargestellten $\frac{1}{10}$ normalen Natriumthiosulfatlösung aus. Gegen letztere, welche im Liter 24.8 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, in 1 ccm = 0.0248 enthält, wird die Jodlösung $\frac{1}{10}$ normal, 1 ccm = 0.0127 Jod, eingestellt. 20 bis 25 g jodsäurefreies Jodkalium gibt man mit 40—50 g Wasser und 12.7 g Jod in eine graduirte Literflasche. Da sich Jod weit schneller in einer concentrirten, wie in einer verdünnten Jodkaliumlösung löst, so ist's besser, zunächst eine concentrirte Jodjodkaliumlösung herzustellen und diese dann, nachdem das Jod vollständig gelöst ist, weiter, etwa bis 900 ccm, zu verdünnen.

Die Einstellung dieser Lösung gegen Natriumthiosulfat geschieht in folgender Weise. Man pipettirt 20 ccm der zu stellenden Jodlösung in ein Becherglas und gibt dazu sofort aus einer bereit stehenden Bürette soviel $\frac{1}{10}$ Normal-Natriumthio-

sulfat
Hellig
10—
lösung
keine
(Misch
tropfe
Farbe
losigk
überel
Ge
Thiosu
840 co
 $\frac{1}{10}$ n
Vo
gefüllt
säure
zu pri
Jod
Stärke
der Jo
1.
2.
3.
Glycer
Jodkal
4.
etwas
5.
Salzsä
dickfl
Chlorz
Ueber
Die
aufbew
keit m
Jod
mylu
G
beschr
(Ann.
DUMAS
BOUCH
Einfüh
Bi
lien o
mit Kö
enthalt
handlu
formre
Da
10 Th
einem
riehend

sulfatlösung in einem schwachen Strahl, bis die braune Farbe der Jodlösung in Hellgelb übergegangen ist. Damit die Reaction eine scharfe sei, werden erst jetzt 10—15 Tropfen entweder reiner Stärkelösung (1:100) oder Jodjodzinkstärkelösung Ph. Germ. II. zugegeben. Die Stärkelösungen müssen filtrirt sein, dürfen keine Stärkekörnchen enthalten. Gewöhnlich wird dabei die Jodlösung grün (Mischfarbe von Blau und Gelb) gefärbt. Jetzt wird weiter, jedoch vorsichtig und tropfenweise, mit dem Zusatz von Natriumthiosulfat fortgefahren, wobei die grüne Farbe in Blau übergeht, dann aber sehr bald und scharf die Endreaction, Farblosigkeit der Lösung, eintritt. Dieser Versuch muss so oft wiederholt werden, bis übereinstimmende Resultate gewonnen sind.

Gesetzt, man habe gefunden, dass zu 20 ccm Jodlösung 23.2 ccm $\frac{1}{10}$ Normalthiosulfatlösung gebraucht wurden, so ist die vorhandene Jodlösung (angenommen 840 ccm) zu 974.4 ccm aufzufüllen, $20 : 23.2 = 840 : x (= 974.4)$, um dieselbe $\frac{1}{10}$ normal zu stellen.

Volumetrische Jodlösung muss in gut verschlossenen, bis unter den Stöpsel gefüllten Flaschen aufbewahrt werden. Da sie durch Bildung von Jodwasserstoffsäure allmählig zurückgeht, so ist unerlässlich, vor der Benutzung ihren Gehalt zu prüfen.

K. Thümmel.

Jodlösungen. Die botanische Mikroskopie bedient sich zum Nachweise der Stärke, der Cellulose und ihrer Modificationen, sowie von Proteinsubstanzen folgender Jodlösungen:

1. Jodwasser, einige Jodsplitter in Wasser gelöst.
2. Jodalkohol, eine mit Alkohol oder Wasser verdünnte Jodtinctur.
3. Jodglycerin, entweder eine Lösung von metallischem Jod in reinem Glycerin, welche nach Bedarf mit Wasser verdünnt wird, oder eine Lösung von Jodkalium in Glycerin mit Zusatz von metallischem Jod.
4. Jodjodkalium, eine Lösung von Jodkalium in Wasser (1:20), welcher etwas Jod zugesetzt wird.
5. Chlorzinkjod wird nach SCHULTZE bereitet: Man löst reines Zink in Salzsäure bis zur Sättigung, dampft auf dem Wasserbade ein, bis die Lösung dickflüssig geworden ist und filtrirt durch Glaswolle. In dieser concentrirten Chlorzinklösung wird Jodkalium bis zur Sättigung gelöst und metallisches Jod im Ueberschuss zugefügt.

Die Jodlösungen sollen möglichst frisch angewendet und jedenfalls im Dunkeln aufbewahrt werden, um die Bildung von Jodwasserstoffsäure, welche die Genauigkeit mancher Reactionen beeinträchtigt, hintanzuhalten.

Jodoform. Formyltrijodid, Trijodmethan, Jodoformium, *Formylum trijodatum* (*Carboneum jodatum*), CHJ_3 .

Geschichtliches. Im Jahre 1822 entdeckte SÉRULLAS das Jodoform und beschrieb es, da der Wasserstoffgehalt übersehen war, als *Carboneum jodatum* (Ann. de chim. et de phys. Bd. XXII, pag. 75 u. Bd. XXV, pag. 311) und erst DUMAS ermittelte 1834 seine richtige Zusammensetzung. 1837 gaben FILHOL und BOUCHARDAT Vorschriften zu seiner Bereitung, und gleichzeitig suchten sie seine Einführung in den Arzneischatz zu vermitteln.

Bildung. Jodoform entsteht, sobald Jod bei Gegenwart von ätzenden Alkalien oder Alkalicarbonaten mit Aethylalkohol, Aceton, Aldehyd, Milchsäure, d. h. mit Körpern zusammentrifft, welche die Gruppen $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{C}$ oder $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}(\text{OH}) \cdot \text{C}$ enthalten. Aber auch Zucker, Dextrin, Eiweisskörper u. a. liefern bei gleicher Behandlung Jodoform. Nicht geschieht dies durch Methylalkohol, weshalb die Jodoformreaction zur Unterscheidung des letzteren von Aethylalkohol angewandt wird.

Darstellung. In eine Lösung von 2 Th. kryst. Natriumcarbonat und 10 Th. Wasser mit 1 Th. Alkohol (90—91 Procent Tr.), welche sich in einem Kolben befindet, wird unter Erwärmen auf 60—80° allmählig 1 Th. zerriebenes Jod eingetragen. Sobald bei fortgesetztem Erwärmen die braune Farbe

verschwunden und die Flüssigkeit farblos geworden ist, lässt man langsam erkalten, bringt das in gelben Krystallflittern ausgeschiedene Jodoform auf ein Filter, wäscht aus, bis Silbernitrat nicht mehr reagirt und trocknet dann die Krystalle zwischen Fliesspapier bei gewöhnlicher Temperatur. Da auf diese Weise nur etwa 20 Procent Jod als Jodoform wiedergewonnen werden, 80 Procent desselben als Jodid und Jodat in Lösung bleiben, so gibt man zu der Mutterlauge eine neue Menge, etwa 2 Th. kryst. Natriumcarbonat und 1 Th. Alkohol, erwärmt wieder auf 60—80° und leitet einen langsamen Chlorstrom in die Flüssigkeit, solange noch Abscheidung von Jod und gleichzeitig Entfärben der Lösung unter Jodoformbildung stattfindet. Ueberschüssiges Chlor ist sorgfältig zu vermeiden. Das nach ruhigem Stehen des Gemisches abgeschiedene Jodoform wird wie vorher gesammelt. Die Mutterlauge, welche noch über 50 Procent Jod zurückhält, wird eingedampft, mit Kohle geglüht und auf Jodnatrium u. a. Jodpräparate weiter verarbeitet.

Die grössten Quantitäten Jodoform werden zur Zeit auf elektrolytischem Wege dargestellt, wobei weniger Verluste entstehen und ein reineres Präparat erzielt wird.

Eigenschaften. Jodoform erscheint in kleinen, gelben, zart und fettig anzufühlenden, hexagonalen Tafeln oder Blättchen, die einen durchdringenden safranartigen Geruch besitzen (als *Desodorantia* sind verschiedene ätherische Oele, Terpentinöl, Pfefferminzöl, Fenchelöl, Sassafrasöl, ebenso Kampfer, Menthol und Cumarin u. s. w. empfohlen worden). Spec. Gew. etwa 2.0. Bei freiwilliger Verdunstung ätherischer Lösungen erhält man grosse, sechsseitige, glänzende, citronengelbe Krystalle des Jodoforms. In Wasser ist es äusserst schwer löslich (Ph. Russ. in 14000 Th.), löslich in 50 Th. kaltem, in 10 Th. heissem Alkohol von 90 bis 91 Procent (die Angaben der verschiedenen Pharmakopöen weichen bezüglich Löslichkeit und Schmelzpunkt von einander ab) und in 5—6 Th. Aether. Die alkoholische Lösung schmeckt unangenehm süsslich. Obgleich Jodoform erst bei 119° schmilzt, so verflüchtigt es sich nicht nur vollständig mit den Wasserdämpfen, sondern verdampft schon merklich bei gewöhnlicher Temperatur. Für sich erhitzt, destillirt es jedoch nicht, bei raschem Erhitzen wird es unter Abscheidung von Jod zersetzt. Im Allgemeinen ist Jodoform leichter zersetzbar als Chloroform; letzteres bildet sich durch Einwirkung von Phosphorpentachlorid auf Jodoform, $2 \text{CHJ}_3 + 3 \text{PCl}_5 = 2 \text{CHCl}_3 + 3 \text{PCl}_3 + \text{J}_6$.

Jodoform im geschlossenen Rohre trocken auf 150° erhitzt oder beim Erwärmen mit alkoholischer Kalilauge, mit Natriumalkoholat, rauchender Jodwasserstoffsäure (bei 150°) oder beim Kochen mit letzterer und Phosphor, spaltet Methylenjodid, CH_2J_2 , ab. Durch wässrige Kalilauge wird Jodoform nicht zersetzt. Trockenem Chlorgas führt es in Tetrachlormethan, CCl_4 , Chlorwasserstoff und Chlorjod über, Brom gibt Bromjodoform, CHJBr_2 , eine farblose, bei 0° erstarrende Flüssigkeit, und schliesslich bei weiterer Einwirkung Bromoform. Bei der Destillation von Jodoform mit Quecksilberchlorid, Chlorblei, Zinnchlorür, ebenso mit Phosphorpentachlorid wird Chlorjodoform, CHJCl_2 , als anfangs farblose, sich bald gelb färbende Flüssigkeit (Siedepunkt 131°) erhalten.

Prüfung und Nachweis. Wird Jodoform mit Wasser angeschüttelt, so muss es ein farbloses Filtrat geben, welches weder durch Silbernitrat (eine Pause von einigen Minuten ist wohl zu gestatten), noch durch Baryumnitrat verändert werden darf (Ph. Germ. II., Fenn., Suec., Un. St.). Beim Erhitzen auf Platinblech muss es völlig flüchtig sein, bei 119° schmelzen und sich in den angegebenen Verhältnissen in Alkohol und Aether lösen. Kleine Mengen Jodoform werden nach LUSTGARTEN nachgewiesen, indem man wenig Phenol und Kalilauge in ein Reagensgläschen bringt, 1—3 Tropfen einer Jodoform- (der zu untersuchenden) Lösung zugibt und das Ganze vorsichtig erwärmt. Es scheidet sich ein rother Beschlag aus, der in wenigen Tropfen verdünntem Alkohol mit carminrother Farbe löslich ist. Zum Nachweis des Jodoforms im Harn wird letzterer vorher der Destillation unterworfen (s. Monatshefte für Chem., Bd. III, pag. 717).

Jodoform wird sowohl innerlich als besonders äusserlich antiseptisch angewandt, muss in gut verschlossenen Gefässen, vor Licht geschützt, vorsichtig aufbewahrt werden. Alkoholische Lösungen zersetzen sich beim Aufbewahren unter Jodabscheidung.

K. Thümmel.

Jodoformbacillen, Jodoformstäbchen, Jodoformstifte. Den ersteren Namen braucht man gewöhnlich für diejenigen Präparate, die mit *Gelatine* hergestellt sind; über deren Bereitung ist Näheres aus dem Artikel *Gelatinae chirurgicae*, Bd. IV, pag. 548, zu ersehen. Die Jodoformstifte oder -Stäbchen werden hergestellt, indem man das *Jodoform* in präparirter Form mit feingeschabter *Cacaobutter* zu einem Pulver mischt und nun unter Zusatz einiger Tropfen *Mandelöl* (auf je 1 g *Cacaobutter* etwa 2 Tropfen) zu einer Masse anstösst, die man in Stäbchen ausrollt. Man kann die Stäbchen auch giessen; DIETERICH empfiehlt zu diesem Zwecke 50 Th. präparirtes *Jodoform* mit 5 Th. *Ricinusöl* und 45 Th. *Cacaobutter* in einem erwärmten Mörser fein zu verreiben und die halbflüssige Masse in eine durch Eis abgekühlte Höllesteinform einzugiessen. Will man die Jodoformstäbchen ohne Fettsubstanz haben, so stösst man feinpräparirtes *Jodoform* mit *Gummischleim* und einigen Tropfen *Glycerin* zu einer plastischen Masse an und rollt diese zu Stäbchen von der gewünschten Stärke aus; Zusätze von *Amylum*, *Traganth* oder dergl. sind zu vermeiden, da sie die Stäbchen sehr hart und für den Arzt unbrauchbar machen.

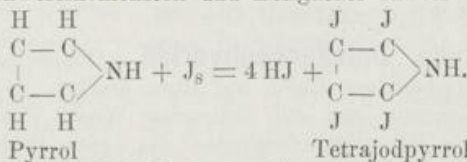
G. Hofmann.

Jodoformcharpie, Jodoformdocht, Jodoformgaze, Jodoformseide, Jodoformwatte u. s. w. siehe unter *Verbandmittel*.

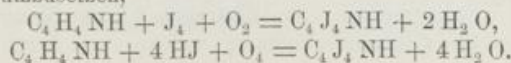
Jodoformcollodium, Jodoformglycerin, Jodoformpflaster, Jodoformsalbe u. s. w. siehe unter deren lateinischem Namen.

Jodoformreaction, der auf der Bildung von Jodoform beruhende Nachweis des Aethylalkohols. Eine, wenig Alkohol enthaltende Flüssigkeit wird mit etwas Soda und einigen Tropfen Jodkaliumjodidlösung gekocht. Es tritt Jodoformgeruch auf und Jodoform scheidet sich in gelben Krystallen aus, welche ausserdem noch unter dem Mikroskop nachgewiesen werden (sechseckige Plättchen oder sechsstrahlige Sterne mit verschiedenen, äusserst zarten Zeichnungen). Die Jodoformkrystalle sind je nach der Concentration des Alkohols verschiedenartig geformt, die eben genannten Grundformen sind jedoch immer ausgeprägt vorhanden. Da noch eine grosse Anzahl anderer Körper (*Aceton*, *Aldehyd* u. s. w.) unter gleichen Bedingungen auch Jodoform bilden, so ist die Jodoformreaction allein für den Nachweis von Alkohol noch nicht hiureichend; s. unter *Alkohol*, Bd. I, pag. 240 und unter *Jodoform*, Bd. V, pag. 490.

Jodol, *Tetraiodpyrrol*, C_4J_4NH , entsteht bei der Einwirkung von Jod auf Pyrrol in Gegenwart indifferenten Lösungsmittel, wie Aethyl- und Methylalkohol, *Aceton*, *Schwefelkohlenstoff* und *Essigäther* in der Kälte.



Da die hierbei auftretende Jodwasserstoffsäure die Reaction verzögert, so sucht man bei der Darstellung des Jodols dieselbe entweder durch Zusatz von Alkalien, organische Basen, Metalloxyde oder leicht zerlegbare Salze zu neutralisiren oder aber durch Oxydationsmittel die Bildung von Jodwasserstoff zu verhindern, HJ in Wasser und Jod umzusetzen,



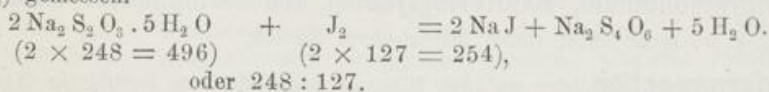
Zur Oxydation kann Eisenchlorid, Kupfersulfat, Chlor, Brom, Braunstein, Bleisuperoxyd, Bromate, Chromate, Manganate und auch Jodsäure benutzt werden.

Das Jodol erscheint als gelblichweisses Pulver, welches sich am directen Licht leicht zersetzt, ist fast unlöslich in Wasser, löslich in 17 Th. 90procentigem Alkohol. Die alkoholische Lösung zersetzt sich sowohl beim Aufbewahren, schneller beim Kochen, Wasser scheidet aus derselben Jodol krystallinisch ab.

Die Wirkung des Jodols ist derjenigen des Jodoforms im Allgemeinen ähnlich, nur dass es milder wirkt und weniger giftig ist, als letzteres. Es erzeugt Entwicklung guter Granulationen, benimmt Secretionen den schlechten Geruch, bildet aber nicht Krusten wie Jodoform. Die Anwendung geschieht in Lösungen von Alkohol, Collodium, Glycerin, Oel, in Salben, ebenso in Gaze imprägnirt (Berichte, 1886, Jahrg. 19, pag. 327 u. 1887, VI. Refer. pag. 220). K. Thümmel.

Jodolwachs, zum Ausfüllen cariöser Zähne empfohlen, wird bereitet, indem man 16 Th. *Paraffin*, 16 Th. *Walrat*, 24 Th. *Wachs* zusammenschmilzt und der halb erkalteten Masse 8 Th. *Jodol* gut unterrührt.

Jodometrie nennt man in der Maassanalyse die quantitative Bestimmung von freiem oder freigemachtem Jod. Da die Endreaction, die Entfärbung der blauen Jodstärke, eine ungemein scharfe ist, so ist die Jodometrie für titrimetrische Bestimmungen von hervorragender Bedeutung. Erweitert ist die Methode von BUNSEN u. A. und wird überall da angewandt, wo entweder durch unmittelbare Einwirkung der Substanzen auf Jodkaliumlösung Jod frei gemacht wird, oder Körper zu bestimmen sind, die mit Salzsäure Chlor geben. Das so entweder direct oder indirect durch Chlor in Freiheit gesetzte Jod wird durch Natriumthiosulfat ($\frac{1}{10}$ normale Lösung) gemessen.



Jodometrisch werden also bestimmt: Chlor, Chlorwasser, Peroxyde und übersättigte Verbindungen überhaupt, Hypochlorite (Chlorkalk), Chlorate, Chromate, Manganoxyde, ebenso auch Eisenoxyd.

Da freies Jod auf niedere Oxyde oxydirend wirkt, dieselben in höhere überführt, das überschüssig zur Oxydation verwandte Jod sich nach vorstehender Gleichung ebenfalls bestimmen lässt, so gelingt ebenso genau die quantitative Bestimmung der Nitrite, Sulfit, Hyposulfit, von Antimon- und Arsenitrioxyd, Zinnoxidul- und Quecksilberoxydulverbindungen, von Cyankalium, Schwefelwasserstoff u. s. w. Specielles darüber s. Art. Maassanalyse. K. Thümmel.

Jodphosphonium, Phosphoniumjodid, PH_4J , wird durch Zersetzung von zweifach Jodphosphor, PJ_2 , durch eine geringe Menge Wasser erhalten. Es sublimirt in glänzenden, farblosen, würfelähnlichen Rhomboëdern, raucht an der Luft und wird durch Wasser in Jodwasserstoff und Phosphorwasserstoff zerlegt. Mit Kalilauge übergossen, gibt es ganz reines, nicht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas; $\text{KOH} + \text{PH}_4\text{J} = \text{KJ} + \text{H}_2\text{O} + \text{PH}_3$. K. Thümmel.

Jodsäure, Jodoxyde, Jodsäureanhydride. Obgleich Jod zum Sauerstoff eine grössere Verwandtschaft wie Chlor und Brom besitzt, so vollzieht sich die Vereinigung beider Elemente nur auf indirectem Wege. Von den Säuren und Oxyden des Jods zeigen die sauerstoffreichsten die meiste Beständigkeit und man vermuthet, dass in diesen Jod als mehrwerthiges Element auftritt. OGIER (Compt. rend. 85, pag. 957) ist es gelungen, durch stufenweise Einwirkung von Ozon auf Jod die sämtlichen Oxydationsstufen des letzteren in derselben Röhre nebeneinander zu beobachten.

Unterjodige Säure, HOJ , ist wie das Anhydrid, J_2O , nicht isolirt dargestellt. Es entsteht vorübergehend beim Eintragen kleiner Mengen Jod in Alkalilauge. Beständiger ist die Calciumverbindung, welche man durch Zusammenreiben

von Jod, Kalkhydrat und Wasser erhält. Hierbei entsteht eine farblose, jodoformartig riechende Flüssigkeit, welche Pflanzenfarben bleicht und die als Jodkalklösung, $\text{Ca}(\text{OJ})_2 \cdot \text{CaJ}_2$, anzusehen ist (LUNGE und SCHOCH, Berichte, 15, pag. 1883).

Unterjodigsäureanhydrid, J_2O , soll sich als graugelber Körper bei der Einwirkung von Ozon auf Jod bilden (ANDREWS und TAIT), ebenso entsteht dabei Jodtrioxyd (OGIER). Die dem J_2O zugehörige jodige Säure, HJO_2 , ist unbekannt.

Jodtetroxyd, J_2O_4 , erhält man, wenn 1 Th. Jod mit 10—12 Th. Salpetersäure (1.48—1.52) zusammengerieben wird, ebenso durch Erhitzen von 1 Th. Jod mit 5 Th. concentrirter Schwefelsäure (MILLON, Journ. f. prakt. Chem. 34, pag. 319, 337).

Amorphes, lichtbeständiges, gelbes Pulver, unlöslich in Wasser und Alkohol, zersetzt sich beim Erhitzen auf 170—180°, ebenso beim Kochen mit Wasser oder Salpetersäure in Jod und Jodsäure. Das Hydrat des Jodtetroxyds, die Unterjodsäure, H_2JO_3 , ist unbekannt.

Jodpentoxyd, Jodsäureanhydrid, J_2O_5 , entsteht beim längeren Erhitzen von Jodsäure bei 170—180°. Farbloses, krystallinisches Pulver von jodartigem Geruch, löslich in Wasser, unlöslich in absolutem Alkohol, Aether, Benzin und Schwefelkohlenstoff. Spec. Gew. 4.47. Jodpentoxyd schmilzt bei 300° unter Zersetzung, wird durch Kohlenoxyd, Schwefeldioxyd, besonders leicht, oft unter Entzündung, durch Schwefelwasserstoff reducirt. Leicht oxydirbare Metalle und Kohlenstoffverbindungen verpuffen mit Jodpentoxyd. Mit concentrirter Schwefelsäure angerieben gibt es mit einzelnen Alkaloiden, z. B. Morphin, Strychnin, Brucin, charakteristische Reactionen. Die wässrige Lösung des Anhydrids ist die

Jodsäure, HJO_3 , die beständigste Sauerstoffverbindung des Jods. Sie entsteht überall, sobald niedere oder höhere Jodoxyde zersetzt werden, ebenso neben Jodid, sobald Jod auf wässrige Alkalien einwirkt ($6\text{KOH} + \text{J}_6 = 5\text{KJ} + \text{KJO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$).

Aus Jodaten wird Jodsäure durch stärkere Mineralsäuren, aus Hypochloriden und Chloraten durch Jod unter Chlorentwicklung frei gemacht. In Wasser suspendirtes Jod wird bei anhaltendem Einleiten von Chlor in Jodsäure übergeführt.

Die Darstellung der Säure geschieht am besten auf die Weise, dass fein zerriebenes Jod mit dem doppelten bis dreifachen Gewichte concentrirter Salpetersäure (1.5 spec. Gew.) in einem geräumigen Kolben digerirt wird. Dabei geschieht die Oxydation zu Jodsäure vollständig, die sich als krystallinisches Pulver absetzt. Ueberschüssige Salpetersäure wird entweder durch wiederholtes Eindampfen oder durch einen Luftstrom bei 100—130° entfernt, und etwa hierbei entstandenes Anhydrid durch Auflösen der Säure in Wasser und langsames Eindampfen in HJO_3 übergeführt.

Eigenschaften. Jodsäure erscheint als weisses, krystallinisches Pulver, das leicht, unter Temperaturerniedrigung, in Wasser löslich ist. Die Lösung scheidet beim raschen Abkühlen die Säure als mattweisses, schweres Krystallpulver ab, beim langsamen Verdampfen werden glasglänzende, säulenförmige Krystalle des rhombischen Systems erhalten, die sich besonders schön bei Gegenwart einer kleinen Menge Schwefelsäure bilden. In wässrigem Alkohol ist Jodsäure schwer löslich. Spec. Gew. bei 0° = 4.629, spec. Wärme 0.1625 (DITTE).

Die völlig gesättigte wässrige Lösung (1.874 Th. Jodsäure auf 1 Th. Wasser) besitzt bei 14° ein spec. Gew. von 2.126, ist zähflüssig, nicht filtrirbar, siedet bei 100°, verwandelt wie Schwefelsäure Papier in Pergament (KÄMMERER, Poggend. Ann. 138, pag. 400 und Journ. f. prakt. Chem. 79, pag. 94). Beim Verdünnen concentrirter Lösungen findet Contraction statt (THOMSEN). Jodsäure ist eine stärkere Säure wie Chlor- und Bromsäure, scheidet deshalb die beiden letzteren aus ihren Verbindungen ab. Mit einzelnen Mineralsäuren, z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Bor- und Vanadinsäure, geht sie mehr oder minder beständige Verbindungen ein. Da die Jodsäure leicht durch reducirende Substanzen unter Jod-

abscheidung zersetzt wird, so wirkt sie mithin kräftig oxydirend. Metalloide werden in Oxyde oder Säuren übergeführt, Phosphor, sowohl gewöhnlicher wie amorpher, Arsen, Bor geben mit Jodsäure zusammengebracht die höchsten Oxyde, Einwirkung auf Schwefel, Selen und Kohlenstoff findet dagegen nur bei höherer Temperatur statt. Ebenso oxydirt Jodsäurelösung die Metalle (Edelmetalle ausgenommen), viele organische Verbindungen, Benzol, Acetylen, Morphin, Pyrogallol, schweflige Säure und bei längerer Einwirkung Schwefelwasserstoff zu Schwefelsäure, die niederen Oxyde des Stickstoffs zu Salpetersäure. Mit Salzsäure gibt Jodsäure Jodtrichlorid, JCl_3 ; mit Jodiden zusammengebracht wird durch Säuren Jod abgeschieden ($5HJ + HJO_3 = 3H_2O + J_6$). Jodate werden durch schweflige Säure oder durch Glühen mit Kohle in Jodide übergeführt.

Gleich der Chlor- und Bromsäure wird die Jodsäure als einbasische Säure betrachtet. Da sie aber nicht nur neutrale, sondern auch saure Salze, z. B. $KH(JO_3)_2$, bildet, so wird sie, theils im Hinblick auf ihre Bildungswärme (auf 1 Molekül Jodpentoxyd 1900 Wärmeeinheiten), theils wegen des Isomorphismus mit zweibasischen Säuren, z. B. Bernsteinsäure, Itaconsäure, als zweibasisch angesehen (THOMSEN, Berichte, 8, pag. 112). — Die Salze der Jodsäure nennt man Jodate. Sie sind in Wasser schwer oder nicht löslich, so dass sich die meisten durch Wechselersetzung herstellen lassen. Sie zerfallen beim Erhitzen unter Abgabe von Sauerstoff, verpuffen mit Kohle und brennbaren Körpern wie Chlorate und Bromate, wenn auch schwächer wie diese. Jodsäure scheidet aus Jodwasserstoffsäure unter Sauerstoffentwicklung Jod ab. Sie besitzt toxische Eigenschaften und nach BINZ antipyretische Wirkung.

Ueberjodsäure ist als HJO_4 nur in ihren Salzen bekannt, im hydratischen Zustande als $H_5JO_6 = HJO_4 \cdot 2H_2O$; das Anhydrid derselben, Jodheptoxyd, J_2O_7 , ist nicht dargestellt. Ueber Bildung und Darstellung der Ueberjodsäure s. Poggend. Ann. 28, pag. 514; PHILIPP, Berichte, 1870, pag. 4 und KÄMMERER, Journ. f. pr. Chem. 79, pag. 94.

Eine vortheilhafte Darstellungsweise besteht nach KÄMMERER und STOEHR darin, dass man in eine heisse, wässrige Lösung von Natronhydrat und Natriumjodat solange Chlor einleitet, wie sich noch schwer lösliches Natronsalz, $Na_2H_2JO_6$, abscheidet. Die Mutterlauge bleibt jodhaltig und wird besonders verwerthet. Das Natronsalz löst man nach vorsichtigem Auswaschen in möglichst wenig verdünnter Salpetersäure warm auf, fällt die Lösung mit Bleinitrat, filtrirt das überjodsaure Blei sofort ab, wäscht rasch aus und zerlegt es nach dem Anschütteln mit Wasser durch eine ungenügende Menge Schwefelsäure. Das erhaltene Filtrat wird anfänglich im Wasserbade eingedunstet, dann über Schwefelsäure zur Krystallisation gebracht. — Die auf diese Weise erhaltene Ueberjodsäure ist das Hydrat H_5JO_6 , sie stellt als solches farblose, durchsichtige, hygroskopische, monokline Prismen dar, die bei $130-133^\circ$ unter theilweiser Zersetzung schmelzen, gibt aber bei 100° noch kein Wasser ab. In Wasser ist das Hydrat leicht löslich, wird beim Kochen nicht zersetzt, die Lösung färbt sich jedoch beim Luftzutritt gelb und riecht stark nach Ozon. H_5JO_6 bis 140° erhitzt, zerfällt in Jodsäure, Wasser und ozonhaltigen Sauerstoff. H_5JO_6 ist löslich in Alkohol und, wenn auch schwer, in Aether. — In ihrem chemischen Verhalten ist die Ueberjodsäure der Jodsäure ähnlich, gibt ebenso leicht wie diese an andere Körper Sauerstoff ab. Ihre Salze, Perjodate oder Hyperjodate genannt, entsprechen bezüglich ihrer Zusammensetzung grösstentheils Hydraten, die sich aus dem hypothetischen Anhydrid J_2O_7 durch Ersatz einzelner oder aller Sauerstoffatome durch je zwei Hydroxylgruppen ableiten lassen, und da zu diesen bis zu $(2 \times 7) 14$ hydroxylirten Verbindungen noch saure Salze treten, so kann in manchen Fällen die Zusammensetzung der Perjodate eine complicirte sein. Ferner würde hiernach die Ueberjodsäure als eine ein-, drei- und fünfbasische Säure anzusehen sein. — Die Perjodate sind in Wasser schwer oder unlöslich, leicht löslich in verdünnter Salpetersäure. Alle zeigen saure Reaction, gehen beim Eindampfen in Jodate u. s. w. über. Nur die Verbindungen der

Ueberjodsäure mit Alkalien, besonders mit alkalischen Erden, sind beständig, selbst in der Hitze.

K. Thümmel.

Jodschwefel. Obgleich sich Jod und Schwefel beim Erhitzen direct verbinden, so lässt sich aus der entstandenen schwarzen Masse keine einheitliche Verbindung isoliren. Schwefelmonoiodid, *Sulfur jodatum*, S_2J_2 , sollte nach Ph. Germ. I. durch gelindes Erhitzen eines innigen Gemenges von 1 Th. gereinigtem Schwefel und 4 Th. Jod in einem Glaskolben dargestellt werden. Sobald die Masse gleichmässig geschmolzen ist, lässt man erkalten und zerreibt den Rückstand zu einem groben Pulver, das in gut schliessenden Gefässen an einem kühlen Orte aufbewahrt wird. Hierbei schon erleidet das Präparat allmählig Zersetzung. Durch Behandeln mit Alkohol und Natriumthiosulfat wird es ebenfalls zerlegt. Die Prüfung beschränkt sich deshalb auf Beimengung fester Substanzen durch Verflüchtigen im Porzellantiegel. Durch BIETT wurde ein Präparat aus gleichen Gewichtstheilen Jod und Schwefel als Mittel gegen Hautausschläge empfohlen. Auch ein Schwefelhexajodid, SJ_6 , will man dargestellt haben.

K. Thümmel.

Jodseife ist eine Cocosölseife, zu deren Darstellung verwendet werden: *Cocosöl* 10 kg, *Natronlauge* von 38° Be 5 kg, *Jodkalium* 0.5 kg, gelöst in 0.25 kg *Wasser*.

Jodsodaseife und Jodsodaschwefelseife heissen die beiden, sich eines grossen Verbrauches erfreuenden Seifen, welche unter Zusatz von Krankenheliker Quellsalz (aus der Georgs-Quelle — Jodsodawasser — und Bernhards-Quelle — Jodschwefelwasser — bereitet) in Tölz in Oberbayern fabricirt werden. Man wird nicht fehl gehen, wenn man annimmt, dass das zu diesen Seifen benötigte Quellsalz künstlich zusammengemischt wird.

Jodstärke, *Amylum jodatum*, *Amylum joduretum* Ph. Graec., *Joduretum Amyli* Ph. Belg.

Darstellung. In eine kalte, mit verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Lösung von 1 Th. Jod und 1.5 Th. Kaliumjodid gibt man unter Umrühren 5 Th. Stärke, welche vorher mit etwa 100 Th. Wasser zum dünnen Kleister gekocht war. Die abgeschiedene blaue Jodstärke wird nach dem Absitzen auf ein Filter gebracht, mit Wasser gewaschen und nach dem Pressen zwischen Fliesspapier in trockener Luft bei gewöhnlicher Temperatur und Lichtabschluss getrocknet, zerrieben und in gut schliessende Gefässe gebracht.

Nach DUFLOS werden 10 Th. Stärke mit 300 Th. Wasser angerührt, in das Gemenge wird bis zur völligen Quellung der Stärke Wasserdampf geleitet und zu dem erkalteten Kleister gibt man eine Lösung von 6 Th. Jod und 7 Th. Kaliumjodid. Die gebildete Jodstärke wird dann durch Alkohol ausgefällt und gewaschen.

Ph. Belg. lässt 10 Th. Stärke in einem gläsernen Mörser allmählig mit einer alkoholischen Jodlösung (1 Th. Jod, 10 Th. Alkohol) anreiben, worauf wenig Wasser zugefügt, und das Ganze in einen geräumigen, langhalsigen Kolben gebracht wird, welcher dann gut verschlossen bis an den Hals in ein Wasserbad zu stellen ist. Nach zwei- bis dreistündigem Erhitzen, wobei öfteres Umschütteln stattzufinden hat, erscheint der Kolbeninhalt als zähe Paste, die nach dem Erkalten mit Alkohol von 15° und 0.905 spec. Gew. abgewaschen, auf ein Filter gegeben und hier nochmals gewaschen, dann aber bei gelinder Wärme im Dunkeln getrocknet und aufbewahrt wird. Das Präparat soll ein schwarzblaues oder schwarzes, etwas glänzendes, fast geruchloses Pulver darstellen, das sich mit dunkelblauer Farbe in Wasser löst, am Licht aber allmählig zersetzt wird.

Ph. Russ. lässt Jodstärke durch Zusammenreiben von 29 Th. *Amylum Tritici* mit einer Lösung von 1 Th. Jod in 10 Th. 95procentigem Alkohol ex tempore bereiten. Ph. Un. St. verreibt 1 Th. Jod mit etwas Wasser, setzt nach und nach 19 Th. *Amylum Tritici* zu und trocknet das Ganze bei einer 40° nicht über-

steigenden Temperatur. Der Jodgehalt soll nach der Ph. Belg. nahezu 10 Procent, nach Ph. Russ. 3.33 Procent, nach Ph. Graec. und Un. St. 5 Procent betragen.

Eigenschaften und Zusammensetzung. Reine Jodstärke lässt sich nach F. MYLIUS im Vacuum unzersezt trocknen, besitzt dann zerrieben eine braune Farbe und wird erst beim Benetzen mit Wasser blau. Im blauen Zustande zeigt sie trocken einen starken kupferfarbenen Oberflächenglanz. Wird Jodstärke längere Zeit der Luft ausgesetzt, so verliert sie die blaue Farbe, ebenso verschwindet diese beim Erhitzen mit Wasser. Ist das Erhitzen nicht zu lange fortgesetzt worden, so erscheint beim Erkalten die blaue Farbe wieder. In stark verdünnten Lösungen erscheint die blaue Farbe der Jodstärke mehr oder minder roth.

Früher nahm man an, dass Jodstärke nur ein Additionsproduct von Stärke und Jod sei ohne constante Zusammensetzung oder chemische Verbindung. Der Jodgehalt wurde zu 3, 7, 14, ja sogar bis zu 42 Procent (LASSAIGNE) angenommen, bis F. MYLIUS (Berichte d. chem. Ges. 1887, 20, pag. 688) zeigte, dass die durch Jod blau gefärbten Verbindungen, z. B. Jodcholsäure, nur bei Gegenwart von Jod und Jodwasserstoff oder dessen Salze zustande kommen, dagegen reines Jod organische Substanzen nicht bläut, sondern nur gelb färbt. Andererseits verhindern die Bildung der blauen Jodstärke alle Substanzen, welche Jod in Jodwasserstoff überführen, z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxyd, Zinnchlorür u. s. w., während in einer gelben Jodstärkelösung ein geringer Zusatz der genannten Reductionsmittel, ebenso Jodwasserstoff oder lösliche Jodide, blaue Jodstärke erzeugt.

F. MYLIUS hat die Zusammensetzung der Jodstärke ($C_{24}H_{40}O_{20}$ Moleculargröße für Stärke nach PFEIFFER und TOLLENS, s. LADENBURG, Handwörterb. d. Chem. Th. VI, pag. 106) als $(C_{24}H_{40}O_{20} \cdot J)_4 \cdot HJ$ ermittelt. Der Wasserstoff der Jodwasserstoffsäure lässt sich auch durch Metalle in der Verbindung ersetzen. Einige dieser Metallverbindungen, wie z. B. $(C_{24}H_{40}O_{20} \cdot J)_4 \cdot KJ$, sind in Wasser löslich (s. w. u.), andere sind unlöslich, wie die Baryum- und Zinkverbindungen.

Die Entstehung der blauen Jodstärke aus den Componenten wird, da wohl stets kleine Mengen Jodwasserstoff in dem käuflichen Jod vorhanden sind, oder indem man eine Lösung von Jod in Kaliumjodid nimmt, zum Auffinden und Erkennen von Stärke benutzt; umgekehrt weist Stärke Jod nach (vergl. Bd. I, pag. 330).

Lösliche Jodstärke erhält man durch Versetzen einer Stärkelösung mit einer äquivalenten Jodjodkaliumlösung. Die blaue Flüssigkeit ist klar und kann filtrirt werden, ohne feste Substanz abzuschneiden. Auf Zusatz von verdünnter Schwefelsäure wird aus der Lösung blaue Jodstärke gefällt. K. Thümmel.

Jodstickstoff, Jodimid (BINEAU). Wird Ammoniak auf gepulvertes Jod gegossen, oder eine alkoholische Lösung von Jod in Ammoniak eingetragen, so erhält man einen braunschwarzen, äusserst explosiven Körper.

Ebenso entsteht beim Zusammentreffen von Jod mit einigen Ammoniumverbindungen z. B. auch *Hydr. praecip. alb.*, dann in einer mit Chlorkalk versetzten Lösung von Jodammonium, ferner durch Zusatz von Ammoniak zu einer filtrirten Lösung von Jod in Königswasser Jodstickstoff. Je nach der Entstehungsweise besitzt die Verbindung eine verschiedene Zusammensetzung (PLAYFAIR, GLADSTONE, BUNSEN), in der entweder 2 oder alle Wasserstoffatome des Ammoniaks durch Jod ersetzt sind = NHJ_2 oder NJ_3 .

Jodstickstoff lässt sich nicht trocken aufbewahren, weil er nicht nur in diesem Zustande, sondern auch halbtrocken ungemein leicht mit heftigem Knall explodirt, feucht geschieht dies sogar bei der leisesten Berührung. Beim Erhitzen mit Wasser zerfällt Jodstickstoff in Jod, Ammoniumjodat, Jodsäure und Jodwasserstoff.

K. Thümmel.

Jodür, s. Jodid.

Jodum (Ph. omn.), Jod. Schwarzgraue, schwere, metallisch-glänzende, trockene und zerreibliche rhombische Tafeln oder Blättchen von eigenthümlichem Geruch und scharfem Geschmack. Sie rufen auf der Haut einen dunkelbraunen, langsam

verschwindenden Fleck hervor. Sie lösen sich in etwa 5000 Th. Wasser zu einer etwas bräunlichen Flüssigkeit, reichlich dagegen, wenn das Wasser ein Jodid (Jodkalium, Jodwasserstoffsäure u. a.) gelöst enthält. Mit 10 Th. Weingeist geben sie eine dunkelbraune Lösung; Aether nimmt sie mit brauner, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff mit violetter Farbe reichlich auf. Beim Erhitzen verflüchtigen sie sich in tiefvioletten Dämpfen, verdunsten jedoch auch langsam in gewöhnlicher Temperatur. Den Stärkekleister färben sie dunkelblau.

Darstellung: Das aus der Asche der Seetange gewonnene Jod wird in steinernen Retorten umsublimirt, die man im Sandbade oder Chlorcalciumbade erhitzt; die Joddämpfe gelangen zur Verdichtung in Aludeln (birnförmigen Kolben, mit einer Oeffnung an der Bodenfläche, durch welche der Hals der dahinter befindlichen hineinragt). Als Medicament dient ausschliesslich das trockene französische Jod (*Jodum gallicum resublimatum*).

Prüfung: Das Jod muss sich beim Erhitzen (im Porzellanschälchen oder Glasrohre, nicht auf Platin!) ohne allen Rückstand verflüchtigen; seine Lösung in Chloroform sei vollkommen klar (Abwesenheit von Wasser, womit das Jod benetzt sein kann). Zur Prüfung auf Cyanjod schüttelt man Jod mit Wasser, filtrirt das Ungelöste ab, entfärbt die wässrige Lösung mit wenigen Tropfen Natriumthiosulfatlösung, gibt dann ein Körnchen Ferrosulfat und überschüssige Natronlauge hinzu, erwärmt gelinde und übersättigt schliesslich mit Salzsäure; die Flüssigkeit darf nicht blau erscheinen. (Cyanjod lässt sich auch im Jod mittelst der Lupe als farblose Kryställchen erkennen und sublimirt beim gelinden Erwärmen des Jods in einem trockenen Glasrohre zuerst, da es flüchtiger ist als letzteres.) Zur Prüfung auf Chlorjod wird das mit dem Jod geschüttelte und abfiltrirte Wasser mit (überschüssigem) Ammoniak versetzt, durch Silbernitrat vollständig ausgefällt und die vom abgesehenen Jodsilber getrennte Flüssigkeit mit Salpetersäure übersättigt; es darf sich kein Niederschlag (Chlorsilber) bilden, eine geringe Trübung ist zu gestatten. Um das Jod auf Feuchtigkeit und fremde Beimengungen summarisch zu untersuchen, löst man 1.27 g Jod mit Hilfe von 2.0 g Jodkalium in Wasser zu 100 ccm; man gibt zu 10 ccm etwas Stärkelösung hinzu und lässt Zehntelnormal-Natriumthiosulfatlösung zufließen, bis gerade Entfärbung eingetreten ist. Hierzu erfordert reines, trockenes Jod 10 ccm der Titreflüssigkeit; den Anforderungen genügt nach Ph. Germ. II. auch noch ein Verbrauch von 9.8 ccm, was einem 98procentigen Jod entspricht.

Aufbewahrung: In mit Glasstopfen wohlverschlossenen Glasgefässen (Korkstopfen werden durch das Jod allmählig zerstört) in der Reihe der starkwirkenden Mittel.

Gebrauch: Jod gilt für sich wie in chemischer Verbindung als vorzügliches antidyskratisches Arzneimittel und wird besonders gegen Drüsenanschwellungen und -verhärtungen, speciell den Kropf, gegen serophulöse Leiden, Syphilis u. a. gebraucht. Das Jod durchdringt in kurzer Zeit die Gewebe und wirkt als sogenanntes Resolvens in noch nicht sicher erklärter Weise. Man verwendet das reine Jod in Salben, meist in Form von Jodtinctur oder in wässriger Jodkaliumlösung äusserlich zum Bepinseln der Haut, die sich dadurch braun färbt und bei wiederholter Application nach Entzündungserscheinungen abhebt.

Die sogenannte LUGOL'sche Lösung (1 Th. Jod mittelst 2 Th. Jodkalium in Wasser gelöst) gelangt in verschiedener Stärke zur äusserlichen Anwendung, zu Injectionen in Abscesshöhlen bei Eiterungen, serösen Ergüssen u. dergl. Auch in Glycerin oder Oel gelöst verwendet man das Jod, z. B. in 15—20 Th. Mandelöl oder Olivenöl als sogenanntes Jodöl (*Oleum jodatum*) zum Ersatz des Leberthrans. Innerliche Anwendung findet reines Jod selten und nur in sehr geringer Dosis, da es auf die Schleimhäute starken Reiz ausübt und leicht Magenentzündung hervorruft, weshalb man dasselbe auch bei oder nach der Mahlzeit nehmen lässt. Ph. Germ. normirt als maximale Einzelgabe: 0.05; als maximale Tagesgabe: 0.2 g.

Schlickum.

Jodum sulfuratum, s. Sulfur jodatam.

Jodviolett, HOFMANN'S Violett, Dahlia, Primula, heissen die violetten Farbstoffe, welche entstehen, wenn man Rosanilin mit Alkohol und Jodäthyl, oder mit Holzgeist und Jodmethyl in Autoclaven erhitzt. Man erhält auf diese Weise die jodwasserstoffsäuren Salze methylirter und äthylirter Rosaniline, welche in Wasser unlöslich, dagegen in Spiritus löslich sind. Die genannten Farbbasen sind in ihrer Zusammensetzung dem Methylviolett ähnlich, aber nicht damit identisch, da sie nicht vollständig alkylirte Derivate des Rosanilins sind, während sich das Methylviolett vom Pararosanilin ableitet.

Die Jodviolets gehören zu den ältesten Anilinfarbstoffen, indem sie schon 1863 fabrikmässig dargestellt wurden. Gegenwärtig sind sie durch das Methylviolett vollständig verdrängt. Statt der rothstichigen Sorten des HOFMANN-Violett verwendet man Mischungen von Methylviolett und Fuchsin. Benedikt.

Jodwasserstoff, HJ. Jod und Wasserstoff vereinigen sich wegen geringer Verwandtschaft nicht (wie dies beim Chlor der Fall ist) bei gewöhnlicher Temperatur mit einander, sondern zur Bildung von HJ auf directem Wege ist Erhitzen (6036 Wärmeeinheiten) erforderlich, indem man durch ein mit Platinschwamm oder Glasstückchen beschicktes, glühendes Rohr Joddampf und Wasserstoff leitet. Aber auch dann ist die Vereinigung der beiden Elemente nicht vollständig. Aus Jodiden lässt sich, analog den Chloriden, durch stärkere Säuren kein Jodwasserstoff gewinnen, z. B. verdünnte Schwefelsäure wird hierbei zu Schwefeldioxyd, $H_2SO_4 + 2HJ = SO_2 + 2H_2O + J_2$, selbst zu Schwefelwasserstoff reducirt. Andererseits aber entzieht Jod vielen organischen, wasserstoffhaltigen Körpern, selbst Wasser und Schwefelwasserstoff, Wasserstoff unter Bildung von Jodwasserstoff (s. Jodiren, pag. 485).

Sind bei der Zersetzung des Wassers durch Jod Körper zur Bindung des freierwerdenden Sauerstoffes zugegen, z. B. niedere Oxyde des Phosphors, Schwefels, Arsens u. a., so wird die Bildung von Jodwasserstoff erheblich gefördert. Man hat dies Verhalten zur Darstellung desselben benutzt, indem 6 Th. Natriumsulfid mit 1 Th. Wasser angerieben und in die erwärmte Lösung allmählig 3 Th. Jod eingetragen werden. Vielfach aber benutzt man die Zersetzbarkeit des Jodphosphors durch Wasser zur Darstellung, $PJ_3 + 3H_2O = 3HJ + H_3PO_3$ (KOLBE, Journ. f. prakt. Chem. 15, pag. 172). Gebräuchlich ist ferner die Zersetzung des Schwefelwasserstoffs durch Jod, $H_2S + J_2 = 2HJ + S$, worauf sich nachstehende Darstellungsweise gründet. Fein zerriebenes Jod wird in Wasser suspendirt und in das Gemisch Schwefelwasserstoff geleitet, am zweckmässigsten in eine ganz gefüllte, umgekehrt gestellte Retorte mit weitem Halse in der Weise, wie dies LIEBIG für die Bereitung des Chlorwassers vorschlägt. Man setzt das gepulverte Jod allmählig zu, damit von dem sich ausscheidenden Schwefel kein Jod eingehüllt werde. Ist alles Jod eingetragen und bleibt schliesslich auch nach dem Schütteln die Flüssigkeit farblos und riecht dieselbe nach Schwefelwasserstoff, so unterbricht man die Operation und ballt den ausgeschiedenen Schwefel durch Schütteln zusammen. Die Lösung wird filtrirt, überschüssiger Schwefelwasserstoff durch gelindes Erwärmen entfernt und die Säure der Destillation unterworfen. Anfangs geht eine äusserst schwache Säure über und erst bei 126—128° destillirt eine solche vom spec. Gew. 1.70 = 57 Procent HJ. Dieselbe lässt sich dann weiter zur Darstellung einer concentrirteren Säure (BANNOW, Berichte, 1874, pag. 1498) oder auch für trockenes Gas verwenden. BRUYLANTS (Berichte, 1879, pag. 2059) gibt auf Anregung von LAURENT folgende Darstellungsmethode. Etwa 60 g Copaivaöl werden in eine geräumige, tubulirte Retorte mit Rückflusskühler gebracht und unter Anwärmen nach und nach 20 g Jod eingetragen. Nach gesteigerter Temperatur beginnt eine reichliche und gleichmässige Entwicklung von Jodwasserstoff; neue Mengen Jod werden zugegeben, sobald die Reaction anfängt, nachzulassen. In

dieser Weise wird fortgefahren, bis etwa 150 g Jod verbraucht sind, die ebensoviel Jodwasserstoff liefern.

Eigenschaften. Wie Chlor- und Bromwasserstoff ist auch Jodwasserstoff ein farbloses, saures, nicht brennbares Gas, welches an der Luft stark raucht. Spec. Gew. 4.37—4.44, ein Liter Gas wiegt 5.72 g. Durch Kälte und Druck verdichtet es sich leicht zu einer farblosen oder gelblichen Flüssigkeit, die bei -55° zu einer klaren, eisartigen Masse erstarrt. Trockener, gasförmiger Jodwasserstoff zersetzt sich im zugeschmolzenen Rohre bei Lichtabschluss nicht und nur allmählig im Sonnenlicht unter Jodabscheidung. Seine Zersetzung durch Wärme beginnt bei 180° , über 400° rasch fortschreitend. Erhöhung des Druckes, ebenso Platinschwamm bewirken unter den bezeichneten Umständen schnellere Zersetzung, durch rauchende Salpetersäure geschieht dies unter Entzündung. Chlor und Brom scheiden Jod ab, das beim Ueberschuss der ersteren als Halogenid gebunden wird. Dagegen wird aus Chlorsilber durch concentrirte Jodwasserstoffsäure Salzsäure und Jodsilber gebildet, ebenso werden Metallechloride und -bromide durch Jodwasserstoff beim Erwärmen theilweise zerlegt. Während Jod aus Schwefelwasserstoff bei Gegenwart von Wasser Schwefel abscheidet, ist es trocken wirkungslos; andererseits scheidet Schwefel aus Jodwasserstoffsäure schon in der Kälte, rascher beim Erwärmen Jod ab. Wird Jodwasserstoff zusammen mit Sauerstoff durch ein glühendes Rohr geleitet, so tritt ebenfalls Jodabscheidung neben Wasserbildung ein. Ein Gemisch von 4 Vol. HJ und 1 Vol. O lässt sich entzünden und brennt mit rother Flamme. Amorpher Phosphor verhält sich gegen Jodwasserstoff indifferent, aus gelbem Phosphor und sowohl gasförmiger, wie wässriger Säure entsteht Phosphordijodür, PJ_2 . Sobald Phosphor überschüssig ist, entsteht phosphorige Säure und Jodphosphonium, $P_2 + HJ + 3 H_2 O = H_3 PO_3 + PH_4 J$.

Viele sauerstoffhaltige Verbindungen oxydiren Jodwasserstoff unter Abscheidung von Jod und Bildung von Wasser. Dies geschieht z. B. durch schweflige Säure, Stickstoffsäuren, unterchlorige Säure, Jod- und Ueberjodsäure, Chromsäure und Chromate, concentrirte Lösung von Wasserstoffsperoxyd und concentrirte Schwefelsäure. Die beiden zuletzt genannten Substanzen verhalten sich jedoch im verdünnten Zustande umgekehrt. Superoxyde geben mit Jodwasserstoffsäure Metalljodide, Jod und Wasser; durch Kaliumpermanganat entsteht Kaliumjodat.

Jodwasserstoff wird wie Chlor- und Bromwasserstoff begierig, unter erheblicher Wärmeentwicklung, von Wasser aufgenommen. Die wässrige Lösung des Gases reagirt stark sauer, riecht wie letzteres stechend und ist frisch bereitet farblos, zersetzt sich dagegen leicht, ob concentrirt oder verdünnt, beim Aufbewahren durch den Sauerstoff der Luft unter Abscheidung von Jod, welches mit gelber bis rothbrauner Farbe in Lösung bleibt und nach eingetretener Sättigung auskrystallisirt. Eine bei 0° gesättigte wässrige Lösung von Jodwasserstoff besitzt das spec. Gew. von 1.99—2.00, raucht nicht nur stark an der Luft, sondern entwickelt auch beim Erwärmen auf $40-50^{\circ}$ reichlich HJ (LUYNES). Auch eine Säure von 1.7 spec. Gew. (= 57 Procent HJ) ist rauchend. Eine 57procentige Säure erhält man bei constantem Siedepunkt von 127° . Tabelle über Jodwasserstoffgehalt der Säure, s. TOPSOË (Berichte 1870, pag. 403) und WRIGHT (Chem. News, 23, pag. 253).

Durch elektrischen Strom wird die wässrige Lösung des Jodwasserstoffes in Jodsäure und Wasserstoff zerlegt (RICHE). Flüssiger Jodwasserstoff ist wie Chlor- und Bromwasserstoff ein schlechter Elektricitätsleiter.

Mit Metallen, Metalloxyden, Hydroxyden bildet Jodwasserstoff Jodmetalle, die in den niederen Verbindungen Jodüre, in den höheren, oder sobald nur eine Bindungsweise bekannt ist, Jodide genannt werden, auch bezeichnet man sie mit dem Sammelnamen Jodhaloidsalze. Sie sind zum grossen Theil in Wasser löslich, doch gibt es mehr unlösliche Metalljodide als -chloride. Einzelne Jodide werden durch Wasser in Oxyjodüre (Antimon und Tellur) oder ganz in Oxyd (Zinn) zerlegt. In Säuren unlösliche Jodide zersetzt man durch Schmelzen mit Kalium-Natriumcarbonat.

Die Lösungen der Jodide geben mit Silbernitrat einen gelblichen Niederschlag von Jodsilber, AgJ , der schwer oder unlöslich ist in Ammoniak und Salpetersäure (über das Verhalten gegen Thallium, Palladium und Kupferoxydulsalze s. Art. Jod). Andererseits löst Jodwasserstoffsäure metallisches Silber unter Wasserstoffentwicklung auf. Aus dieser Lösung scheiden sich zunächst farblose Krystallblätter von Jodwasserstoff-Jodsilber, $\text{HJ} \cdot \text{AgJ}$, aus. Bleibt jedoch die Mutterlauge weiter mit der Luft in Berührung, so bilden sich dicke, hexagonale Krystalle von reinem Jodsilber ab.

Für organische Verbindungen ist Jodwasserstoff ein kräftiges Reductionsmittel und kommt als solches mit und ohne Phosphor in Anwendung (s. Art. Jodiren).

Der Gehalt an HJ in wässriger Säure wird theils durch das spec. Gew., theils alkalimetrisch bestimmt.

K. Thümmel.

Jodzahl nennt man die in Procenten ausgedrückte Jodmenge, welche eine Substanz aus der v. HÜBL'schen Jodlösung (s. Bd. IV, pag. 324) aufzunehmen vermag. Bei genauer Einhaltung der von v. HÜBL gegebenen Vorschrift wirkt dabei das Jod nicht substituierend. Dagegen sättigen sich alle in der Probe enthaltenen ungesättigten Verbindungen vollständig mit Jod oder richtiger mit Chlorjod ab. Somit gestattet die Jodzahl einen Schluss auf den Gehalt einer Substanz an ungesättigten Verbindungen. Die Ermittlung der Jodzahl ist ein unentbehrliches Hilfsmittel bei der Analyse der Fette und Harze geworden; ebenso werthvolle Anhaltspunkte liefert die Jodzahl bei der Beurtheilung von Petroleum, bei der Prüfung ätherischer Oele u. s. w.

Ueber die Ausführung der Bestimmung vergl. die Artikel Fette und Harze.

Benedikt.

Jodzinkstärkelösung, *Liquor Amyli volumetricus*, Ph. Germ. II. Zur Darstellung werden 4g Stärke mit 20g Zinkchlorid in einem Ausgussmörser längere Zeit trocken zerrieben. Die dann gewöhnlich salbenartige Masse wird mit 100g Wasser in ein Becherglas gespült und über freiem Feuer solange unter Ersatz des verdampfenden Wassers (etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden) gekocht, bis eine möglichst vollständige Lösung der Stärke erfolgt ist.

Darauf wird die Flüssigkeit zum Liter aufgefüllt und in einem verschlossenen Gefäße 8—14 Tage oder solange beiseite gestellt, bis sich die noch nicht gelösten Stärketheilchen vollständig abgesetzt haben. Darauf wird filtrirt und in dem Filtrat 2g Zinkjodid gelöst.

Die Jodzinkstärkelösung stellt eine farblose, etwas opalescirende Flüssigkeit dar, die gut verschlossen aufbewahrt werden muss. Verwendung findet dieselbe in der Jodometrie als Indicator, indem die blaue Farbe der durch freies Jod gebildeten Jodstärke von Natriumthiosulfat zerstört wird, ein Uebergang, der sich mit Schärfe beobachten lässt. Ferner lässt sich Jodzinkstärkelösung benutzen zum Nachweis von Chlor und Brom und zur colorimetrischen Bestimmung von salpetriger Säure nach TROMMSDORF (s. KUBEL TIEMANN, Anleit. zur Unters. v. Wasser, II. Aufl., pag. 72).

K. Thümmel.

Jodzinkstärkepapier erhält man durch Befeuchten und Trocknen von Fließpapier mit Jodzinkstärkelösung Ph. Germ. II. Es dient zu denselben Zwecken wie Jodkaliumstärkepapier, kann jedoch nicht zum Nachweis von Ozon benutzt werden.

K. Thümmel.

Jodzinnober ist rothes Quecksilberjodid.

Johannbrunn, s. Luhatschowitz.

Johannesia, eine mit *Anda Juss.* synonyme *Euphorbiaceen*-Gattung. Von *Johannesia*-Arten stammen die *Anda*-Nüsse (Bd. I, pag. 369). Der purgirende Bestandtheil derselben wurde *Johannesia* genannt.

Johannisbeeren sind *Fructus Ribis*. — **Johannisblumen** oder **Johannisblut** ist *Herba Hyperici*, oder *Flores Primulae* oder *Flores Arnicae*. —

Johannisbrod ist *Siliqua dulcis*. — **Johannishand** oder **Johanniswurzel** ist *Rhizoma Filicis*. — **Johanniskerze** ist *Verbascum*. — **Johanniskraut** ist *Hypericum* oder *Arnica*.

Johannisöl wurde früher durch Kochung von Olivenöl mit frischem Johanniskraut, *Hypericum perforatum L.*, dargestellt; gegenwärtig pflegt man es durch mit Alkanna roth gefärbtes Rüböl zu ersetzen. — **Johannispflaster** heisst an manchen Orten das Gichtpapier oder ein ähnliches schmerzstillendes Pflaster.

Jongh'scher Leberthran ist nichts weiter, als eine gute, aber unverhältnissmässig theure Sorte Dampfleberthran; vor 2 bis 3 Decennien erfreute sich der DE JONGH'sche Leberthran, Dank einer von berühmten wissenschaftlichen Namen unterstützten Reclame, eines enormen Verbrauches.

Jonidium, Gattung der *Violaceae*, Unterfamilie *Violeae*, von *Viola* wesentlich verschieden durch die des Anhängsels entbehrenden Kelchblätter. Es sind meist Kräuter des tropischen Amerika.

Von *Jonidium Ipecacuanha Vent.*, einer in Brasilien und Venezuela heimischen, durch kleistogame Blüten ausgezeichneten Art, stammt eine als *Ceara-Ipecacuanha*, auch als *Ipecacuanha flava* oder *I. alba lignosa* bezeichnete Droge. Die Wurzel ist gegen 2 mm dick, braungelb, längsrunzelig, ab und zu ringförmig eingeschnürt. Die hellfarbige Rinde ist bald sehr dünn, bald so dick wie der poröse gelbe Holzkörper. Charakteristisch sind die in der Rinde vorkommenden Steinzellen, das Fehlen der Stärke und der Krystalle (VOGL).

Jonquille, eine durch wohlriechende gelbe Blüten ausgezeichnete Narzisse (s. d. nachstehenden Artikel).

Jonquillenöl ist das angenehm duftende ätherische Oel der Blüten von *Narcissus Jonquilla L.* Die eben erst geöffneten Blüten werden im Verdrängungsapparat mit Aether erschöpft, welcher beim Verdunsten ein gelbes, butterartiges, schon durch die Handwärme schmelzendes, über 100° siedendes Oel hinterlässt, aus welchem sich beim Abkühlen nach ROBIQUET (*Journ. f. Pharm.* (2), 21, 334) gelbliche, geruchlose, sublimirbare Warzen von Jonquillenkampfer abscheiden. Eine Auflösung des Jonquillenöls in Weingeist war als *Eau de fleurs de Jonquille* bekannt und gebräuchlich.

H. Thoms.

Jorissen's Fuselölreaction besteht darin, dass der Verdunstungsrückstand der Aetherausschüttelung eines fuselhaltigen Branntweines mit farblosem Anilin und Salzsäure eine schöne rothe Färbung gibt. Diese Reaction kommt dem Furfurol zu, welches in schlecht oder ungenügend gereinigten (fuselhaltigen) Branntweinen stets vorhanden sein soll; sie ist also immerhin als Fuselölreaction zu bezeichnen, da mit dem Namen der Fuselöle Gemenge verschiedener Stoffe, welche sich bei der Gährung von Kohlehydraten bilden, bezeichnet werden.

Starker Spiritus ist vor der Ausschüttelung mit Aether stark mit Wasser zu verdünnen, da sonst Mischung eintritt.

Jorissen's Morphinreaction. Wird Morphin mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure und einem Krystall Eisenvitriol im Dampfbad erwärmt und diese Mischung vorsichtig in einige Cubikeentimeter Ammoniak eingegossen, so zeigt sich an der Berührungsschicht eine rothe, in Violett übergehende Färbung; das Ammoniak selbst nimmt eine blaue Färbung an.

Jorissen's Reagens auf Alkaloide ist eine Lösung von 1 Zinkechlorid in 30 Wasser mit 30 Salzsäure, womit die Alkaloide im Dampfbad zur Trockne verdampft werden. Es treten mit einigen Alkaloiden verschiedene Färbungen auf.

Joujougold, geringeres, 6—8karätiges Gold zur Herstellung ordinärer Goldsachen.