

P_1 = gewogenes Lösungsmittel der Analysesubstanz
 P_2 = gewogenes Lösungsmittel der Vergleichssubstanz
 Mv = Molekulargewicht der Vergleichssubstanz.

R. Signer¹⁾ führt die osmotische Methode ebenfalls nur mit einer Vergleichslösung durch, ähnlich wie die vorangehend beschriebene Methode, bestimmt jedoch die durch isotherme Destillation erhaltene Flüssigkeitsmenge im Meßröhrchen. Die Methode wurde für hoch polymere Verbindungen ausgearbeitet.

Anhang.

Darstellung oder Regenerierung von Jodwasserstoffsäure.

Zur Darstellung von Jodwasserstoffsäure verwendet man einen Kolben, der durch ein Schliffstück mit einem Rückflußkühler verbunden ist. Man bereitet in demselben eine Aufschwemmung von Jod in Wasser (annähernd gleiche Gewichtsteile) und fügt roten Phosphor in kleinen Mengen unter ständigem Umschwenken zu. Die Menge des Phosphors soll ein Zehntel der angewendeten Jodmenge betragen. Die Suspension wird unter Rückflußkühlung gekocht, bis die Flüssigkeit klar geworden ist.

Nach dem Abkühlen überleert man den Inhalt in einen Fraktionierkolben, welcher ungefäh r 100 bis 150 ccm fassen soll. Das Ableitungsrohr des Kolbens ist auf 40 bis 50 cm verlängert und wird mit einem Kühlmantel versehen. Der Hals trägt ein Schliffstück, durch welches ein unten verengtes Einleitungsrohr geht, das bis auf den Boden des Kolbens reicht.

Zur Destillation der Jodwasserstoffsäure wird der Kolben, welcher zu zwei Drittel gefüllt ist, unter Durchleiten eines mäßigen Stickstoffstromes erhitzt. Der Kühler wird nur im unteren Drittel mit Wasser gefüllt. Man läßt den Wasserdampf durch den Kühler entweichen und dreht den Kühler erst auf, sobald dicke Rauchscheiden der Jodwasserstoffsäure entweichen. Einige Kubikzentimeter (Vorlauf) werden in einem Becherglas, das weitere Destillat direkt in den Vorratsflaschen aufgefangen. Bei richtiger Arbeit ist die Jodwasserstoffsäure fast farblos. Man verwendet braune Fläschchen (vollkommen rein und trocken) von 10 bis 30 ccm Fassungsraum. Die Fläschchen werden nur zu drei Viertel ihres Volumens gefüllt, der Hals nachher trocken gewischt und nach Einsetzen des Stopfens mit Paraffin abgedichtet.

Zur Regenerierung vorhandener Jodwasserstoffsäure wird diese etwas mit Wasser verdünnt, mit einer Messerspitze

¹⁾ Ann. 478, 246 (1930).

roten Phosphors versetzt, bis zur Entfärbung im ruhigen Sieden erhalten, dann wie vorangehend beschrieben im Fraktionierkolben abdestilliert.

Geräte für die organische Mikroanalyse nach F. Pregl.

Zu den in der organischen Mikroanalyse verwendeten Geräten sei bemerkt, daß dieselben von den erzeugenden Firmen in festgesetzten Größen hergestellt werden. Die genauere Bezeichnung der Größe von Apparaten und Geräten erfolgt daher nur dann, wenn es sich um neue Apparate oder um eine neu eingeführte Abänderung der bisherigen Größe handelt.

Mikropastillenpresse.

Die Mikropastillenpresse von Pregl ist in Abb. 41 wiedergegeben. Sie besteht im wesentlichen aus 3 Teilen:

1. Einer durchbohrten Metallscheibe *a*,
2. der dazu passenden Unterlage *b*,
3. des Stopfers *c*.

Die Metallscheibe *a* hat eine Bohrung von 2 mm, welche an der oberen Seite trichterförmig erweitert ist. Der untere Rand der Bohrung muß vollkommen rechtwinkelig, scharfkantig sein. Fabrikate, die in völliger Ver-
kennung des Zweckes den unteren Rand der Bohrung abge-
schrägt haben, sind zurückzuweisen.

Die Unterlage *b* ist so beschaffen, daß die Metallscheibe *a* auf dieselbe paßt. Bei der in der Zeichnung wiedergegebenen Lage kann die Metallscheibe *a* auf die Unterlage *b* so gesetzt werden, daß der Boden vollkommen flach aufliegt und die Bohrung unten abgeschlossen ist. Wird die Unterlage umgekehrt, so liegt die Metallscheibe *a* auf dem oberen Rand auf und es bleibt ein Hohlraum.

Der Stopfer hat einen Zapfen, welcher genau in die Bohrung des Metallblockes *a* passen muß. Bei manchen Fabrikaten ist der Zapfen aus dem Metallstück des Griffes gedreht; besser ist ein Zapfen aus Stahl, der in das Griffstück eingesetzt ist.

Das Metallstativ *d* dient nur zur zentrischen Führung des Stopfers.

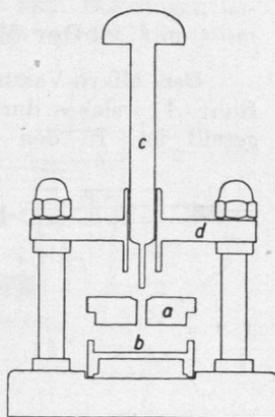


Abb. 41.

Zur Herstellung einer Pastille wird die Metallscheibe *a* so auf die Unterlage *b* gelegt, daß die Bohrung unten abgeschlossen ist. Dann füllt man die Substanz durch die trichterförmige Erweiterung in die Bohrung und preßt diese mit dem Stopfer fest zusammen. Nachdem der Stopfer wieder entfernt wurde, hebt man die Metallscheibe *a* von der Unterlage *d* ab, dreht die Unterlage auf die andere Seite und setzt die Metallscheibe wieder auf. Nun wird mit dem Stopfer die Substanz aus der Bohrung gedrückt; die Pastille fällt in den Hohlraum. Ehe man die Pastille zur Wägung bringt, empfiehlt es sich, dieselbe in einem Röhrchen etwas zu schütteln, damit die losen Teilchen abfallen.

Der Mikro-Vakuumsikkator.

Der Mikro-Vakuumsikkator (Abb. 42) besteht aus dem Rohr *A*, welches durch eine kapillare Verengung in zwei Teile geteilt ist. In den Rohrteil *a* kommt das Trocknungsmittel

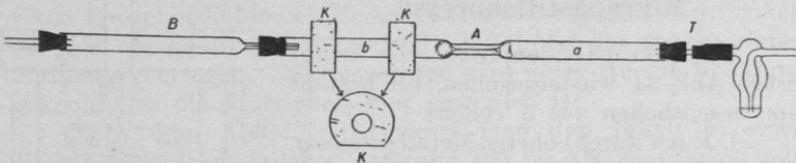


Abb. 42.

(Kalziumchlorid oder Phosphorpentoxyd auf Asbest verteilt), in den Rohrteil *b* die zu trocknende Substanz in einem Mikroschiffchen. Die beiden Mündungen der kapillaren Verengung im Rohr *a* werden mit Wattebauschen versehen. Das Rohr *B*, welches mit Chlorkalzium gefüllt wird, dient lediglich zum Verschuß der Mündung und zur Verbindung mit der Vakuumpumpe.

Beim Rohr *a* tritt die Luft ein. Als Abschluß empfiehlt sich ein durchbohrter Gummistopfen, welcher eine dickwandige Thermometerkapillare *T* von 0,1 mm Lumen trägt. Beim Gebrauch des Apparates besteht die Gefahr, daß durch den Luftstrom Substanzteilchen aus dem Schiffchen mitgerissen werden. Die Verengung im Rohr *A*, welche dies vermeiden soll, ist nie so verläßlich wie eine Thermometerkapillare. An die Kapillare *T* schließt man während des Gebrauchs eine kleine Waschvorrichtung mit etwas konzentrierter Schwefelsäure, um den Gasdurchgang zu kontrollieren bzw. eine Verstopfung zu bemerken.

Auf dem Rohrteil *b* werden zwei Korkstücke *K* aufgesetzt,

um den röhrenförmigen Apparat aufstellen zu können. Das Rohr des Exsikkators ist so bemessen, daß es genau in die große Bohrung des Trockenblockes paßt; dadurch ist die Trocknung im Vakuum bei erhöhter Temperatur ermöglicht. Bei Verwendung des Trockenblockes werden die beiden Korke gegen den Metallblock gedrückt. Es ist jedoch sicherer, den Apparat bei der Röhre *a* in eine Stativklemme zu spannen.

Der Trockenblock.

Der Trockenblock ist in Abb. 43 wiedergegeben. Er besteht aus einem zweiteiligen Metallblock, welcher zwei Bohrungen besitzt und in der Mitte auseinandergenommen werden kann, um

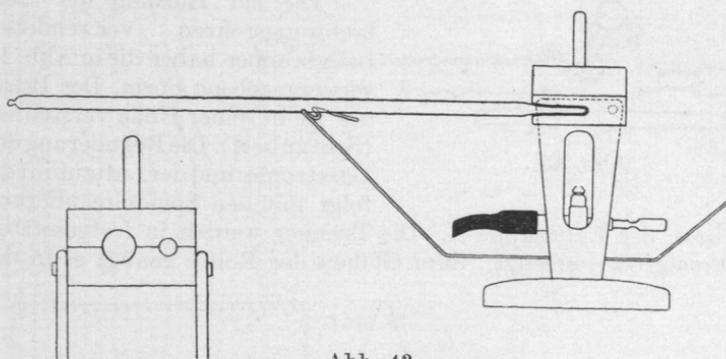


Abb. 43.

röhrenförmige Apparate in die Bohrung einzulegen. Der untere Block besitzt eine zweite Bohrung zur Aufnahme des Thermometers. Mit einem Mikrobrenner kann die Temperatur des Blockes eingestellt werden.

Mikrobrenner

Die Mikrobrenner haben eine kleine Düse aus Metall oder Speckstein sowie eine Spindelregulierung für den Gasstrom. Der in Abb. 44 wiedergegebene Brenner wurde von F. Pregl für die Mikromethoxylbestimmung geschaffen. Er hat den Vorteil, daß

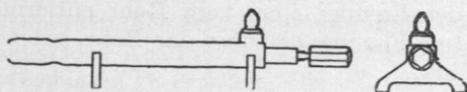


Abb. 44.

er sehr nieder ist und stabil steht. Der zweite in Abb. 45 wiedergegebene Brenner (nach R. Strebinger) ist mit einem Umschalthebel *A* versehen. Je nach der Einstellung des Hebels gibt der Brenner entweder eine kleine, nach oben gerichtete Stichflamme, wie die übrigen Mikrobrenner oder sechs seitlich gerichtete Flammen. Zum Schutz gegen Verschmutzung hat der Brenner die aufschraubbare Metallkappe *C*.

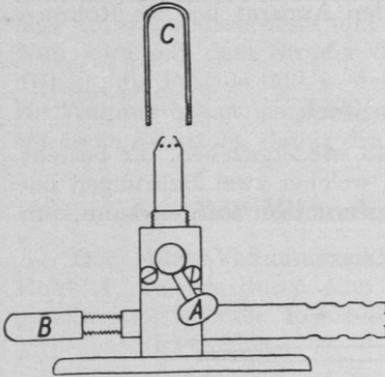


Abb. 45.

Langbrenner.

Die zur Heizung der Verbrennungsröhren verwendeten Langbrenner haben die in Abb. 46 wiedergegebene Form. Der Brenner ist in seiner Höhe verstellbar (Schraube *A*). Die Regulierung des Gasstromes und der Luftzufuhr erfolgt mit der Spindelregulierung

B bzw. der Luftklappe *L*. Die Brenner werden in festgesetzten Normalgrößen erzeugt. Zum Glühen der Rohre genügt es in der

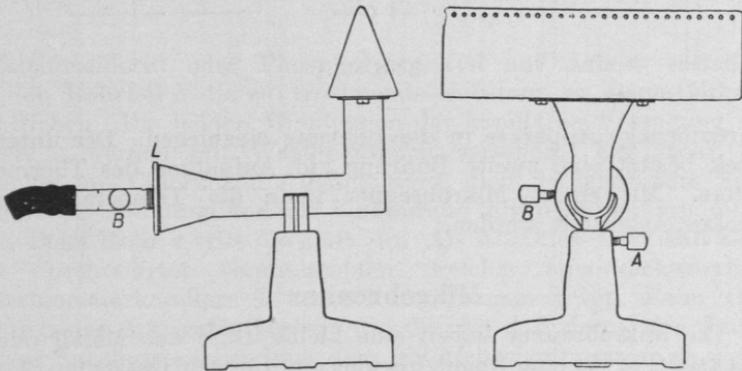


Abb. 46.

Regel, wenn der Brenner 4 cm vom Rohr entfernt ist und die eben entleuchtete Flamme die über das Rohr geschobene Drahtnetzrolle berührt.

Verbrennungsgestell.

Verbrennungsgestelle (s. Abb. 47) werden jetzt mit festgenieteten Eisenteilen hergestellt. Sie sind den alten Modellen mit zusammensetzbaren Teilen unbedingt vorzuziehen. Eine verstellbare Platte aus Eternit als Schutz gegen die strahlende Wärme stellt eine erfreuliche Verbesserung dar. Auch diese Geräte werden alle in genormter Größe erzeugt.

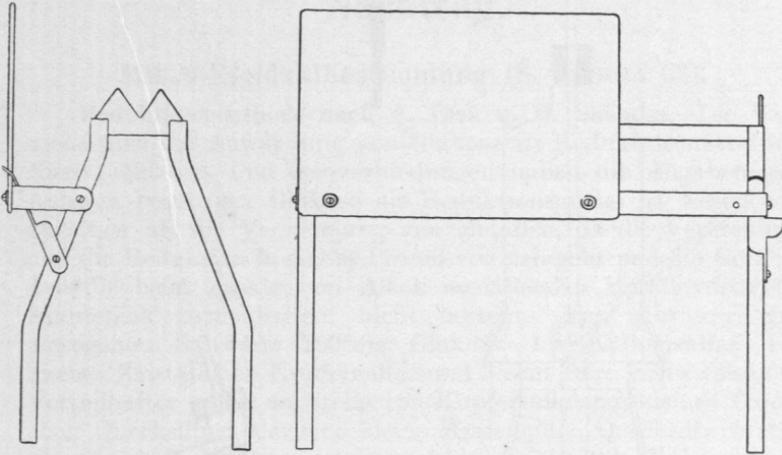


Abb. 47.

Drahtnetzunnel und Drahtnetzrollen.

Drahtnetzunnel werden auf das Verbrennungsgestell aufgesetzt, um die Hitze von oben zu reflektieren. Drahtnetzrollen, welche über das Verbrennungsrohr geschoben werden, sollen nicht länger sein als es die Flammengröße erfordert. Rollen und Tunnel sind aus gewöhnlichem Eisendraht und unterliegen einem ständigen Verbrauch.

Die Mariottesche Flasche.

Die Mariottesche Flasche ist in Abb. 48 wiedergegeben. Sie wird in der Mikroanalyse verwendet zur Bestimmung eines Gasvolumens durch Messung des abtropfenden Wassers. Der Verschuß des unteren Tubus soll durch einen Korkstopfen, niemals durch einen Gummistopfen erfolgen (Federung). Das Einleitungsrohr, desgleichen das Ausflußrohr sollen enges Lumen besitzen, um kleinere Gasblasen zu erzielen. Die Flasche soll mindestens einen Liter Wasser fassen.

Präzisionsquetschhahn.

Der in Abb. 49 wiedergegebene Präzisionsquetschhahn hat gegenüber den gewöhnlichen Quetschhähnen den Vorzug, daß er auf einem feststehenden Metallsockel montiert ist und eine feine Regulierung (mit gefederten Balken) gestattet.

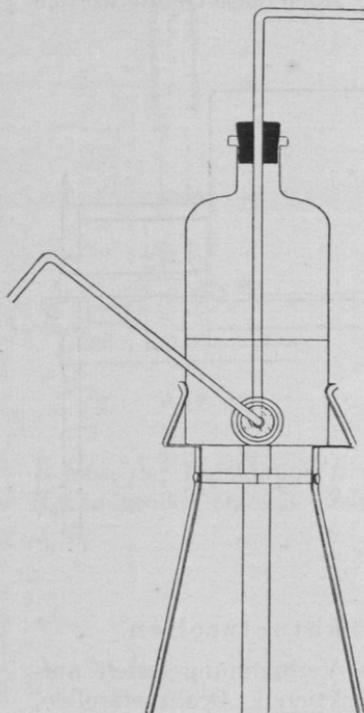


Abb. 48.

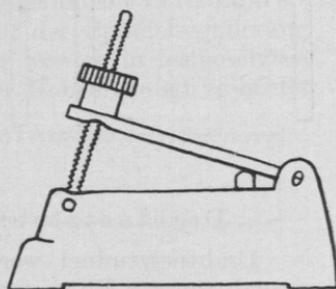


Abb. 49.

Experimentelle und präparative Mikromethoden.

Die in das Gebiet der experimentellen und präparativen Mikrochemie fallenden Methoden bzw. die dazugehörigen Apparate wurden hier nicht aufgenommen. Eine übersichtliche Darstellung über die verschiedenen Methoden der Mikro-Filtration, Destillation, Sublimation, Schmelzpunkt- und Siedepunktbestimmung, optischen Messung usw. findet sich in Prof. Friedrich Emichs Buch „*Mikrochemisches Praktikum*“, 2. Aufl. 1931 (Verlag Bergmann, München), ausführlich wiedergegeben.

Nachtrag.

Mikro-Kjeldahlbestimmung (S. 78 und 83).

Reduktionsmethode nach A. Elek u. H. Sobotka. Die Versuche über die Anwendung von Glukose als Reduktionsmittel für Nitro-, Nitroso- und Azoverbindungen haben die Angaben der Autoren bestätigt. Glukose als Reduktionsmittel ist wesentlich günstiger als die Verwendung von Metallen, da die Veraschung und die Reduktion in einem Prozeß vor sich geht und die Gefahr, daß die beim Zusatz von Alkali ausfallenden Metallhydroxyde Ammoniak zurückhalten, nicht besteht. Man gibt zur eingewogenen Substanz 100 mg Glukose, 1 g Kaliumsulfat, ein kleines Kriställchen Kupfersulfat und 3 ccm konz. Schwefelsäure. Vorteilhafter ist es, an Stelle von Kupfersulfat ein kleines Tröpfchen Quecksilber oder eine kleine Messerspitze Quecksilberacetat zuzufügen, da die Veraschung rascher vor sich geht. Es ist streng darauf zu achten, daß auch die geringsten Mengen Wasser ferngehalten werden und die konz. Schwefelsäure unverändert zur Einwirkung gelangt. Die Gegenwart geringer Mengen Feuchtigkeit verursacht beim Erhitzen ein derart starkes Schäumen der Lösung, daß eine verlustlose Veraschung kaum durchführbar ist.

Man erhitzt das Kölbchen zunächst vorsichtig mit kleiner Flamme und dreht es gelegentlich um seine Achse bis sich ein homogener schwarzer Brei gebildet hat. Dann dreht man die Flamme so weit auf, daß sie das Kölbchen berührt und überläßt nun die Veraschung sich selbst. Innerhalb einer Stunde ist die Schwefelsäure klar, nach einer weiteren Stunde ist die Veraschung beendet. Sobald die Schwefelsäure sich zu klären beginnt, dreht man das Kölbchen gelegentlich, um die in dem Kölbchenhals befindliche Kohle durch die zurückfließende Schwefelsäure in das Kölbchen zu spülen.

In Anbetracht der größeren Menge Schwefelsäure, die bei dieser Bestimmung erforderlich ist, muß bei der Überleerung der Schwefelsäure in den Destillationsapparat geachtet werden, daß sich nicht zu viel Flüssigkeit im Destillierkolben ansammelt, da es

sonst während der Destillation leicht zu einem Überspritzen der Lauge kommt. Nach dem Erkalten des Kölbchens spült man den Hals desselben mit Wasser ab bis das Kölbchen zu zwei Dritteln seines Volumens mit Wasser gefüllt ist, schüttelt kräftig um und überleert in den Destillationsapparat. Man wartet ab, bis sich die letzten Flüssigkeitsreste am Rand des Halses gesammelt haben und spritzt diesen kurz ab. Beim zweiten Ausspülen nimmt man nur 1 bis 2 ccm Wasser. Ein drittes und viertes Mal wäscht man das Kölbchen mit der 30%igen Lauge nach (s. S. 76), wobei man jedesmal das Kölbchen nicht ganz bis zur Hälfte füllt und beim Ausgießen ständig dreht. Destillationszeit 7 Minuten, vom heftigen Wallen der Flüssigkeit an gerechnet. Nach dem Senken des Vorlagekölbchens noch eine Minute destillieren.

Vorteile des Verfahrens für Mikro-Kjeldahlbestimmungen im allgemeinen. Aus dem Reduktionsverfahren von Elek und Sobotka ergeben sich einige Vorteile für die Kjeldahlbestimmung, auch wenn ein Reduktionsprozeß nicht erforderlich ist.

1. Die Veraschung mit einer größeren Menge Kaliumsulfat (bis zu 0,5 g pro ccm Schwefelsäure) und einer geringen Menge Kupfersulfat bzw. Quecksilbersalz ist für den rascheren Verlauf derselben wesentlich günstiger als das bisher verwendete Gemisch von Kupfer- und Kaliumsulfat.

2. Bei schwer zersetzlichen Stoffen oder solchen, bei welchen der Verkohlungsprozeß kaum in Erscheinung tritt, ist der Zusatz von einer Messerspitze Glukose sehr empfehlenswert. Wir erhielten bei schwer zersetzlichen Eiweißpräparaten nach Zusatz von Glukose vollkommen konstante Stickstoffwerte, die um mehr als 1% höher waren als bei Veraschung ohne Glukose. Auf jeden Fall ist die Anwendung von Glukose günstiger als die Verwendung von Perhydrol, welches zwar die Veraschung beschleunigt, doch immer die Gefahr eines Stickstoffverlustes in sich schließt.

Veraschungsmethode zur generellen Anwendung der Mikro-Kjeldahlbestimmung. Das Reduktionsverfahren mit Glukose ist, wie alle bisherigen Reduktionsverfahren, nur für Nitro-, Nitroso- und Azoverbindungen anwendbar. Die in erster Linie für die physiologische Chemie wichtigen Hydrazinverbindungen können nach diesem Verfahren nicht analysiert werden. Untersuchungen über die Ursache dieses Verhaltens der Hydrazinverbindungen, über welche demnächst berichtet wird, führten zur Ausarbeitung eines neuen Verfahrens, nach welchem jede Art stickstoffhaltiger Substanz (mit Ausnahme der Nitrate, welche sich infolge Flüchtigkeit der freien Salpetersäure der Einwirkung entziehen) richtig analysierbar ist. Dadurch wird die Anwendung der Mikro-Dumas Verbrennungsmethode entbehrlich und die dieser Methode

anhaftenden Mängel (Versagen durch unvollkommene Verbrennung der Substanz, s. S. 74) können in zweifelhaften Fällen durch die Kjeldahlbestimmung nachgewiesen werden. Im nachstehenden wird die Arbeitsvorschrift wiedergegeben:

Zu der in das vollkommen getrocknete Zersetzungskölbchen eingewogenen Substanz (s. S. 76) fügt man einige Körnchen roten Phosphors, dann ein Kubikzentimeter Jodwasserstoffsäure (d. 1,7) und erhitzt auf dem Veraschungsgestell mit kleinem Flämmchen, bis die Jodwasserstoffsäure siedet. Man läßt eine halbe Stunde ruhig kochen (nicht zu lebhaft), nimmt dann das Kölbchen und spritzt den Hals innen gründlich mit Wasser ab bis der Kolben zur Hälfte mit Wasser gefüllt ist. Nach gutem Durchmischen fügt man 2 ccm konz. Schwefelsäure zu, schüttelt um und legt das Kölbchen wieder auf das Veraschungsgestell.

Man heizt nun kräftig an, so daß die Flamme das Kölbchen berührt und die Flüssigkeit in lebhaftes Sieden gerät. Zunächst destilliert Wasser ab, dann Jodwasserstoffsäure und schließlich Jod und Jodwasserstoffsäure. Innerhalb einer Stunde ist die Jodwasserstoffsäure vertrieben und das Kölbchen wieder blank. Man setzt das Erhitzen fort, bis keine Joddämpfe mehr sichtbar sind, ergreift dann das Kölbchen mit einer Holzklemme, läßt eine kleine Messerspitze Quecksilberacetat und eine große Messerspitze Kaliumsulfat in das Kölbchen fallen und stellt es auf das Verbrennungsgestell zurück. In der Regel ist nach dem Verschwinden der Joddämpfe die Schwefelsäure bereits klar. Man läßt ungeachtet dessen nach dem Zufügen der Salze noch eine halbe Stunde kochen.

Die Entfernung der Jodreste aus dem Hals des Kölbchens gelingt durch gelegentliches Drehen desselben; wesentlich ist, daß die Schwefelsäure kocht. Ein sich zwangsläufig einstellendes mäßiges Stoßen derselben stört nicht. Die im Hals des Kölbchens anhaftenden Salzreste sind nicht zu beachten.

Während des Abdestillierens der Jodwasserstoffsäure schaltet man zwischen Saugpumpe und Absaugvorrichtung eine Waschflasche mit 30%iger Lauge, um Jod und Jodwasserstoff zurückzugewinnen. Die mit Jod bzw. Jodwasserstoff benetzte Absaugvorrichtung reinigt sich von selbst während des Kochens der Schwefelsäure.

Nach dem Abkühlen wird der Kolbeninhalt in den Destillationsapparat überleert, wie vorangehend bei der Reduktionsmethode von Elek und Sobotka beschrieben. Nach der Reduktionsmethode mit Jodwasserstoffsäure haben wir serienweise Bestimmungen von Nitro-, Nitroso- und Azoverbindungen, ferner Hydrazinsulfat, Dinitrohydrazone, Osazone, Oxime usw. aus-

geführt. Auch für schwer zersetzliche Eiweißkörper hat sich die vorangehende Hydrolyse bzw. Reduktion sehr vorteilhaft erwiesen. Fehlergrenze der Methode: $\pm 0,25\%$.

Blindwerte bei der Kjeldahlbestimmung. Gelegentlich der Untersuchungen über die Reduktionsmethode mit Glukose und der Ausarbeitung des Reduktionsverfahrens mit Jodwasserstoffsäure, bei welcher immer Serien reiner Testsubstanzen zur Analyse gelangten, wurden die Blindwerte der Apparatur und der Reagenzien ständig genauestens geprüft. Obwohl immer die gleiche Apparatur und dieselben Reagenzien zur Verwendung gelangten, wurden gelegentlich Blindwerte beobachtet. Es hat sich gezeigt, daß das Ausdämpfen der Apparatur vor den Bestimmungen nicht immer seinen Zweck erfüllt. Ein verlässlicheres Verfahren ist folgendes: Während der Wasserdampfentwickler angeheizt wird, öffnet man die beiden Quetschhähne am Rezipienten, verbindet den unteren Abfluß mit der Wasserstrahlpumpe und saugt an. Dann hält man ein Becherglas mit destilliertem Wasser unter den Kühler und läßt den ganzen Inhalt durch die Apparatur laufen. Das Durchspülen mit Wasser wiederholt man noch einmal und schaltet dann die Saugpumpe ab. Anschließend wird die Apparatur ausgedämpft, nach dem Zurücksaugen des Kondenswassers sogleich mit der Füllung und Destillation begonnen. Es empfiehlt sich, vor jeder Serie von Destillationen diese Reinigung vorzunehmen, zumal sie keinen Zeitverlust bedeutet.

Weiters wurde beobachtet, daß die erste Bestimmung in einer Serie immer zu hohe Stickstoffwerte ergab. Die Ursache vermuten wir im Titrierkölbchen, welches vor jeder Serie von Bestimmungen mit heißer Schwefelchromsäure gereinigt und dann ausgewaschen und ausgedämpft wurde. Es ist möglich, daß durch die Behandlung mit heißer Schwefelchromsäure die Glasoberfläche stärker angegriffen wird und nachträglich noch etwas Alkali abgibt. Wir beobachteten öfter bei frisch gereinigten Kölbchen einen geringeren Verbrauch an Lauge gegenüber der vorgelegten Säure. Es ist ratsam, das Kölbchen nach Schwefelchromsäurebehandlung zweimal auszudämpfen und anschließend den Titer der Säure gegen die Lauge zu prüfen. Ist dieser in Ordnung, kann das Kölbchen in Verwendung kommen. Für die folgenden Titrationsen wird immer das gleiche Kölbchen ohne besondere Zwischenreinigung verwendet.

Beim Aufkochen der Säure sind Siedeverzüge häufig; öfteres Umschwenken des Kölbchens ist notwendig. Nach 10 Sekunden langem Kochen ist die Kohlensäure sicher verdrängt, man spritzt die Wandung kurz ab und beginnt sogleich mit der Titration.

Methoxylbestimmung (S. 140 und 144).

Sollte trotz Auflösen der Substanz und Anwendung frischer Jodwasserstoffsäure die quantitative Abspaltung des Alkyles nicht erfolgen (dies ist selten), so versucht man eine weitere Methoxylbestimmung im Methylimidbestimmungsapparat, wobei man zur Jodwasserstoffsäure einige Körnchen roten Phosphors gibt. Man hält das Heizbad zunächst eine halbe Stunde auf 150 Grad und steigert die Temperatur dann weiter, bis die Jodwasserstoffsäure abdestilliert ist. In diesem Falle muß die Bestimmung wegen des stärkeren Auftretens von Schwefelwasserstoff maßanalytisch durchgeführt werden (s. S. 142).

Berechnung der maßanalytischen Bestimmung.

Von der verbrauchten Menge Natriumthiosulfatlösung wird der sechste Teil in Rechnung gestellt.

1 ccm n/30	Thiosulfat	ist äquivalent	1,034 mg CH ₃ O	
			und 1,5013 mg C ₂ H ₅ O	
1 „ n/50	„	„	0,6205 mg CH ₃ O	
			und 0,9008 mg C ₂ H ₅ O	
1 „ n/100	„	„	0,31023 mg CH ₃ O	
			und 0,45039 mg C ₂ H ₅ O	

% Alkoxy = $\log. (\text{Äquivalent}) + \log. (\text{ccm Thiosulfat}) + (1 - \log. \text{Einwaage})$.

Molekularbestimmung nach Rast (S. 185).

Berechnung: $\log. \text{Molekulargewicht} = \log. (\text{Konstante}) + \log. (\text{Gelöste Substanz}) + (1 - \log. \text{Lösungsmittel}) + (1 - \log. \text{Schmelzpunktsdepression})$.