

Ueber die Bestimmung des Chlors im Harn.

Von

E. Böttker.

(Der Redaction zugegangen am 1. Juli 1894.)

Von den zahlreichen in Vorschlag gebrachten Methoden zur maassanalytischen Bestimmung des Chlors im Harn dürfte gegenwärtig diejenige von Volhard-Falk die allgemeinste Anwendung gefunden haben. Die Untersuchungen von G. Arnold¹⁾ und E. Salkowski²⁾ haben auch ergeben, dass diese Methode bei zweckmässiger Anpassung genaue Resultate ermitteln lässt.

Ausserdem besitzen wir in der Chlortitrirung mit der Asche des Harns nach dem Mohr'schen Principe, wie Neubauer³⁾ und insbesondere Salkowski⁴⁾ gewiesen haben, ein sehr genaues Verfahren. Die directe Chlortitrirung im Harn nach Mohr liefert bekanntlich zu hohe Werthe, weil die im Harn vorhandenen organischen Substanzen auch mit Silbernitrat reagiren, und der Harn ausserdem, wie Salkowski⁵⁾ gezeigt hat, Körper zu enthalten scheint, die die Endreaction hinausschieben, wahrscheinlich lösend auf Silberchromat wirken.

1) Diese Zeitschrift, Bd. 4, S. 81.

2) Ebenda, Bd. 5, S. 285.

3) Neubauer und Vogel, Ant. zur qual. u. quant. Analyse des Harns (ältere Auflage).

4) Diese Zeitschrift, Bd. 1, S. 16, Bd. 2, S. 397, Bd. 5, S. 285.

5) Ebenda, Bd. 5, S. 287.

Derartige Umsätze würden bei der Gegenwart von Salpetersäure nicht stattfinden; da aber die Mohr'sche Titrirung nicht in salpetersaurer, sondern nur in neutraler oder sehr schwach alkalischer Lösung vorgenommen werden kann, so ist man darauf hingewiesen, den Harn zu veraschen, um diese klassische Methode zur Anwendung bringen zu können.

Der Kliniker und der praktische Arzt, denen ein chemisches Laboratorium nur ausnahmsweise zu Gebote steht, werden dann auf das Volhard'sche Verfahren hingewiesen; aber auch dies stellt Erfordernisse, die Leuten genannten Berufs unbequem sind. Es verlangt zum Beispiel Lösungen von festgestelltem Wirkungswerth, die schwer käuflich zu haben sind, und deren Bereitung eine gewisse Uebung im chemischen Manipuliren voraussetzt.

Der ganze Vorzug der Volhard'schen Chlortitrirung liegt bekanntlich darin, dass sie auch in salpetersaurer Lösung vorgenommen werden kann. Die Endreaction ist meinen Ansichten gemäss durchaus nicht schärfer, wie bei der Mohr'schen Titrirung. Könnte eine leicht ausführbare Methode ersonnen werden, die die Anwendung des Mohr'schen Principes in unveraschtem Harn gestattet, würde dem Volhard'schen Verfahren vielleicht nicht mehr der unbedingte Vorzug zukommen.

In der That bin ich auch infolge unten zu erörternden Erwägungen zu einer Methode gelangt, die in Bezug auf Genauigkeit und schnelle Ausführbarkeit der Volhard'schen nichts nachlässt.

Wenn auch einige Harnsubstanzen die Ausführung der Chlortitrirung im Harn mittelst Silber verhindern, brauchen deren Vorhandensein eine Titrirung im umgekehrten Sinne — Silber mittelst Chlornatrium — durchaus nicht zu beeinträchtigen. Wenn somit der mit Salpetersäure stark angesäuerte Harn mit überschüssiger Silberlösung versetzt wird, kann, die Abwesenheit von Bromide, Jodide und Rhodanide vorausgesetzt, nur Chlorsilber gefällt werden. Beim vorsichtigen Neutralisiren des Filtrats mit einem schwachen Alkali, zum Beispiel Magnesia, würde man eine Flüssigkeit erhalten, deren Alkalescenz eine

Mohr'sche Titrirung nicht schädlich beeinflussen würde. Ein Ueberschuss an Magnesia würde jedenfalls Silberoxyd, vielleicht auch Silberphosphat und organische Silberverbindungen niederschlagen. Dazu könnte noch Ammoniak frei werden, was eine Titrirung mit Chlornatrium stören könnte.

Das Gelingen der Titrirung würde alsdann davon abhängen, ob sich das Chlornatrium zuerst mit dem Silberoxyd, dem Silberphosphat und den organischen Silberverbindungen, zuletzt mit dem Silberchromat umsetzen würde. — Zur Entscheidung dieser Frage wurden 10 ccm. Harn in einem Messkölbchen von 100 ccm. mit 5 ccm. verdünnter Salpetersäure und 50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung versetzt. Das Kölbchen wurde bis zur Marke mit Wasser gefüllt und geschüttelt. Alsdann wurde filtrirt und aus dem Filtrate 20 ccm. abgemessen. Bei der Zugabe von überschüssiger Magnesiamilch entstand nach kurzem Stehen ein grauer Niederschlag, der durch Zusatz von wenigen Tropfen Kaliumchromatlösung schmutzig roth wurde. Beim Titriren mit $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung konnte nur eine unsichere Endreaction erzielt werden.

Es wurden nunmehr weitere 20 ccm. Filtrat ausgenommen, und vorsichtig dünne Magnesiamilch zuletzt tropfenweise bis zur schwachen Trübung zugefügt. Nach einigem Stehen färbte sich die Flüssigkeit dunkler. Beim Zusatz von Kaliumchromatlösung entstand ein schön rother Niederschlag. Das Titriren mit $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung ging jetzt glatt von Statten. Jedoch gab die Endreaction keine reine Farbe, sondern eine etwas schmutzig gelbe.

Weiteren 20 ccm. Filtrat wurden jetzt nach dem Neutralisiren mit Magnesiamilch rasch einige Tropfen Kaliumchromatlösung beigefügt und mit $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung filtrirt. Die Endreaction erschien jetzt sehr scharf. Durch Zugabe von 1 bis 2 Tropfen der $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung wurde ein ausgesprochener Uebergang der lachsrothen Farbe in eine rein gelbe wahrgenommen. Die Titrirung einer reinen Silberlösung konnte nicht schöner verlaufen. Beim Wiederholen des Versuches wurde genau dasselbe Volum $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung verbraucht.

Es stand jetzt zurück, die Methode auf ihre Genauigkeit zu prüfen. Demgemäss wurden vergleichende Bestimmungen in unveraschtem Harn und in der Harnasche vorgenommen.

Den Ergebnissen der Versuche schicke ich folgende Bemerkungen voraus:

Der Chlorgehalt ist in Chlornatrium ausgedrückt. Die angegebenen Procente beziehen sich auf 100 cbcm. Harn. Die die Anzahl der verbrauchten Cubikcentimeter angegebenden Zahlen sind die arithmetischen Mittel zweier oder mehrerer gut übereinstimmenden Titrirungen. Die Abmessungen wurden stets mit Büretten vorgenommen. Nur die Aschenlösung wurde mittelst einer Vollpipette abgemessen.

Wenn die Endreaction scheinbar eingetreten war, wurde immer, um den Punkt sicher festzustellen, versucht, mit Silberbeziehungsweise Chlornatriumlösung zurückzutitriren.

Die Versuche I, II und III beziehen sich auf denselben Harn. Sonst wurden verschiedene normale Harne benutzt, deren Concentration von dem specifischen Gewichte 1,013 desjenigen des Versuches IX bis zum 1,028 desjenigen des Versuches X schwankte.

Versuch I.

a) 10 cbcm. Harn wurden mit Salpetersäure angesäuert, mit 50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung gefällt und mit Wasser auf 100 cbcm. verdünnt und filtrirt. Aus dem Filtrate wurden 20 cbcm. abgemessen, mit Magnesiamilch neutralisirt, Kaliumchromatlösung zugefügt und mit $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung titirt.

Verbrauch: 5,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Demnach sind $10 \div 5,5 = 4,5$ cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 von dem im Harn enthaltenen Chlor gefällt worden. 4,5 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 entsprechen 0,02633 gr. = 1,316% Chlornatrium.

b) 10 cbcm. Harn wurden mit 3 gr. chlorfreiem Salpeter und 1 gr. reinem wasserfreiem Natriumcarbonat in einer Platinschale auf dem Wasserbade bis zum Trocknen eingedampft. Der Rückstand wurde vorsichtig geschmolzen, um die organischen Substanzen zu zerstören. Alsdann wurde die Schmelze in Wasser gelöst, 10 cbcm. verdünnte Salpetersäure (spec. Gew. 1,18) zugefügt, die Lösung in einen Messkolben von 250 cbcm. gebracht und bis zur Marke mit Wasser angefüllt. 50 cbcm. dieser Lösung (entsprechend 20 cbcm. Filtrat [Versuch Ia], entsprechend 2 cbcm. Harn) wurden mit einer Messerspitze

reinen Calciumcarbonats neutralisirt, 3 Tropfen gesättigter Kaliumchromatlösung zugefügt und mit $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung titirt.

Verbrauch: 4,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 , entsprechend 0,02633 gr. = 1,316%, Chlornatrium.

Versuch II.

a) 10 cbcm. Harn wurden wie im Versuche Ia behandelt. 20 cbcm. Filtrat erforderten 5,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Somit sind 4,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von dem im Harn enthaltenden Chlor zersetzt worden. 4,5 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 entsprechen 0,02633 gr. = 1,316% Chlornatrium.

b) 10 cbcm. Harn wurden in der unter Versuch Ib erwähnten Weise verascht, und die Asche in Salpetersäure und Wasser zu 250 cbcm. gelöst.

50 cbcm. der Harnaschenlösung erforderten 4,45 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 , entsprechend 0,02603 gr. = 1,302% Chlornatrium.

Versuch III.

a) 10 cbcm. Harn wurden wie bei dem Versuche Ia behandelt.

20 cbcm. Filtrat erforderten 5,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Demnach sind $10 \div 5,50 = 4,50$ cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 von den Chloriden des Harns zersetzt worden.

4,5 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung entsprechen 0,02633 gr. = 1,316% Chlornatrium.

b) 10 cbcm. Harn nach dem Versuche Ib behandelt. 50 cbcm. der Harnaschenlösung erforderten 4,50 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 , entsprechend 0,02633 gr. = 1,316% Chlornatrium.

Versuch IV.

a) 10 cbcm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 20 cbcm. Filtrat erforderten 4,68 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Somit sind $10 \div 4,68 = 5,32$ cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns gefällt worden.

5,32 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 entsprechen 0,03112 gr. = 1,556% Chlornatrium.

b) 10 cbcm. Harn nach dem Versuche Ib behandelt. 50 cbcm. der Harnaschenlösung erforderten 5,23 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,03060 gr. = 1,529% Chlornatrium.

Versuch V.

a) 10 cbcm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 40 cbcm. Filtrat erforderten 12,10 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Demnach sind $20 \div 12,10 = 7,90$ cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns gefällt worden.

7,90 cbcm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung entsprechen 0,04622 gr. = 1,156% Chlornatrium.

- b) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ib behandelt. 100 ccm. der Harnaschenlösung erforderten 7,75 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,04534 gr. = 1,134 % Chlornatrium.

Versuch VI.

- a) 10 ccm. Harn wie im Versuche Ia behandelt. 20 ccm. Filtrat erforderten 5,30 ccm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Folglich sind $10 \div 5,3 = 4,70$ ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns gefällt worden.
4,70 ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO₃ entsprechen 0,02750 gr. = 1,375 % Chlornatrium.
- b) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ib behandelt. 50 ccm. der Harnaschenlösung erforderten 4,50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,02633 gr. = 1,316 % Chlornatrium.

Versuch VII.

- a) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 20 ccm. Filtrat erforderten 5,23 ccm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Also sind $10 \div 5,23 = 4,77$ ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns gefällt worden.
4,77 ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO₃ entsprechen 0,02790 gr. = 1,395 % Chlornatrium.
- b) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ib behandelt. 50 ccm. Harnaschenlösung erforderten 4,75 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,02779 gr. = 1,389 % Chlornatrium.

Versuch VIII.

- a) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 20 ccm. Filtrat erforderten 5,50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Somit sind $10 \div 5,5 = 4,50$ ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns zersetzt worden.
4,50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO₃ entsprechen 0,02663 gr. = 1,316 % Chlornatrium.
- b) 10 ccm. Harn wie im Versuche Ib behandelt. 50 ccm. der Harnaschenlösung erforderten 4,35 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,02545 gr. = 1,272 % Chlornatrium.

Versuch IX.

- a) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 20 ccm. Filtrat erforderten 6,70 ccm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Dementsprechend sind $10 \div 6,7 = 3,30$ ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung von den Chloriden des Harns gefällt worden.
3,30 ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO₃ = 0,01931 gr. = 0,965 % Chlornatrium.
- b) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ib behandelt. 50 ccm. der Harnaschenlösung erforderten 3,25 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,01901 gr. = 0,951 % Chlornatrium.

Versuch X.

a) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ia behandelt. 20 ccm. Filtrat erforderten 2,50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. NaCl. Somit sind $10 \div 2,50 = 7,5$ ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 zur Ausfällung der Chloride des Harns verbraucht worden.

7,5 ccm. $\frac{1}{10}$ n. AgNO_3 entsprechen 0,04388 gr. = 2,194% Chlornatrium.

b) 10 ccm. Harn wie beim Versuche Ib behandelt. 50 ccm. der Harnaschenlösung erforderten 7,50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung, entsprechend 0,04388 gr. = 2,194% Chlornatrium.

Zur Erleichterung der Uebersicht über die Resultate sämtlicher Versuche habe ich nachstehende Tabelle zusammengestellt:

| Versuch. | Gef. NaCl im veraschenen Harn. % | Gef. NaCl im nichtveraschenen Harn. % | Differenz der gef. Procentgehalte. | Fehler in % berechnet. Das im veraschenen Harn gef. NaCl = 100 gesetzt. | Durch- schnitts- fehler der Methode in % berechnet. |
|----------|--|---|--|---|---|
| I. | 1,316 | 1,316 | 0 | 0 | 1,46 |
| II. | 1,302 | 1,316 | + 0,014 | + 1,07 | |
| III. | 1,316 | 1,316 | 0 | 0 | |
| IV. | 1,529 | 1,556 | + 0,027 | + 1,76 | |
| V. | 1,134 | 1,156 | + 0,022 | + 1,94 | |
| VI. | 1,316 | 1,375 | + 0,059 | + 4,48 | |
| VII. | 1,389 | 1,395 | + 0,006 | + 0,43 | |
| VIII. | 1,272 | 1,316 | + 0,044 | + 3,46 | |
| IX. | 0,951 | 0,965 | + 0,014 | + 1,47 | |
| X. | 2,194 | 2,194 | 0 | 0 | |

Die erhaltenen Zahlen müssen demnach als sehr befriedigend bezeichnet werden, und die Brauchbarkeit der Methode ist somit bewiesen.

Ich habe es nicht für nöthig gehalten, Versuche mit pathologischen Harnen anzustellen. Eine starke Färbung wird beseitigt, wenn man wahrnimmt, in entsprechender Verdünnung zu arbeiten. So hat mich beispielsweise die starke Farbe des Harns (Versuch X) gar nicht geniert. Ausserdem konnte ja auch der Färbstoff nach dem Vorschlage von Arnold¹⁾ und Salkowski²⁾ mit Permanganat zerstört werden.

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 5, S. 81.

²⁾ Ebenda. Bd. 5, S. 285.

Ein eventueller Gehalt an Brom oder Jod muss natürlich je nach deren Quantität berücksichtigt werden.

Bei Hundeharn, der Rhodanverbindungen enthält, sowie bei Schwefelwasserstoff enthaltenden Harnen wird sich die Methode unter Wahrnehmung der von Salkowski¹⁾ angegebenen Cautelen auch anwenden lassen.

Schliesslich habe ich eine Probe Harn, dessen Chlorgehalt bestimmt war, mit verschiedenen Mengen Chlornatrium versetzt, um zu sehen, ob sich dieselben nach meiner Methode vollständig wieder ermitteln liessen.

Die Ergebnisse werden durch nachstehende Tabelle dargestellt:

| Ver- such. | Ange- wandte Harn- menge. | Gef. ‰ NaCl | | Zuge- setztes NaCl. ‰ | Ver- braucht. cbcm. ¹ / ₁₀ n. NaCl. | Berech- net ‰ total NaCl. | Gef. ‰ total NaCl. | Wieder- gefund. NaCl. ‰ | Differenz des zu- gesetzt. und wiederget. NaCl. ‰ |
|---------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|--|
| | | im ver- aschten Harn. | im nicht- ver- aschten Harn. | | | | | | |
| 1. | 2 cbcm. Filtrat (vergl. Versuch 1a). | 0,951 | | 0,585 | 4,70 | 1,536 | 1,552 | 0,601 | + 0,016 |
| 2. | | | | 0,293 | 5,70 | 1,244 | 1,258 | 0,307 | + 0,014 |
| 3. | | | | 0,878 | 3,85 | 1,829 | 1,800 | 0,849 | ÷ 0,029 |
| 4. | | | | 0,439 | 5,18 | 1,390 | 1,409 | 0,458 | + 0,019 |
| 5. | | | | 1,170 | 2,70 | 2,121 | 2,185 | 1,184 | + 0,014 |
| 1. | 2 cbcm. entspr. 20 cbcm. Filtrat (vergl. Versuch 1a). | 0,965 | | 0,585 | 4,70 | 1,550 | 1,552 | 0,587 | + 0,002 |
| 2. | | | | 0,293 | 5,70 | 1,258 | 1,258 | 0,293 | 0 |
| 3. | | | | 0,878 | 3,85 | 1,843 | 1,800 | 0,835 | ÷ 0,013 |
| 4. | | | | 0,439 | 5,18 | 1,395 | 1,409 | 0,444 | + 0,005 |
| 5. | | | | 1,170 | 2,70 | 2,135 | 2,135 | 1,170 | 0 |

Im oberen Abschnitt der Tabelle sind die Zahlen auf die Chlorbestimmung in der Asche des ursprünglichen Harns, im unteren auf diejenige im unveraschten Harn bezogen. Im letzten Falle erscheinen die Resultate unbedingt günstiger, abgesehen vom Versuche 3, der eine Abweichung aufweist, die ich nur als aus irgend einem unbewussten Verlust her- stammend erklären kann. — Es wird in diesem Falle correct sein, die Chlorbestimmung im unveraschten Harn als grund-

¹⁾ Diese Zeitschrift, Bd. 5, S. 285.

legend anzunehmen, weil sich sonst der Fehler $0,965 - 0,951 = 0,014$ am unrichten Platz einstellt. Zum Vergleich habe ich aber auch die Resultate auf die Chlorbestimmung in der Harnasche bezogen.

Ich habe auch versucht, statt Magnesiamilch kohlensauren Kalk zur Neutralisation des salpetersauren silberhaltigen Filtrates (vergl. Versuch Ia) zu benutzen. Die erzielten Resultate waren zwar brauchbar, fielen aber noch etwas höher aus, wie bei Anwendung der Magnesia.

Statt 50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung könnte man sich vielleicht in den meisten Fällen mit 30 ccm. begnügen. Indessen müsste man dann eine grössere Menge Filtrat zum Titriren kommen lassen, weil sonst bei dem Verbräuche sehr kleiner Mengen $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung der Titrirfehler relativ gross sein würde.

Für die praktische Ausführung der Methode empfehle ich im Einzelnen folgendes Verfahren:

10 ccm. des eiweissfreien Harns werden in einem 100 ccm. fassenden Messkölbchen mit 5 ccm. Salpetersäure (spec. Gew. 1,18) und 50 ccm. $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung versetzt. Nachdem sich der entstandene Niederschlag von Chlorsilber abgesetzt hat, was durch Erwärmen auf dem Wasserbade beschleunigt werden kann, wird das Kölbchen bis zur Marke mit Wasser angefüllt, mit Stopfen verschlossen und gut geschüttelt. Es wird nunmehr durch ein trockenes Filter in ein trockenes Kölbchen filtrirt. Aus dem Filtrate werden 20 ccm. abgemessen, in ein Erlenmeyer'sches Kölbchen von etwa 200 ccm. gebracht und mit etwa 20 ccm. Wasser verdünnt. Alsdann wird chlorfreie Magnesiamilch (bereitet durch Aufkochen von 10 gr. Magnesiumoxyd mit 350 gr. Wasser), zuletzt tropfenweise bis zur schwachen Trübung der Flüssigkeit zugegeben. Mit Laemuspapier wird geprüft, ob die Reaction auch nicht mehr sauer sei, das Papier abgespritzt und 3 Tropfen einer bei Zimmertemperatur gesättigten Lösung von neutralem Kaliumchromat rasch zugefügt. Der entstandene

Niederschlag muss rein roth sein. Jetzt wird unter stetigem Umschütteln des Kolbens mit $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung bis rein gelb titirt. Der Endreactionspunkt kann durch Zurücktitriren mit $\frac{1}{10}$ n. Silbernitratlösung bestätigt werden. Entsteht durch 1 bis 2 Tropfen Silberlösung die lachsrothe Nuance, ist man zu dem richtigen Punkte gelangt.

Zur Controlle kann man noch eine Titrirung mit weiteren 20 cbem. Filtrat vornehmen.

Das ganze Gelingen der Titrirung beruht, wie oben erörtert, auf dem Magnesiazusatz. Wird zu viel Magnesia zugefügt oder wartet man zu lange, ehe man zum Titriren schreitet, kann, auch bei geringem Ueberschuss an Magnesia, Silberoxyd entstehen, wobei die Endreaction schmutzig erscheint.

Die Berechnung des Resultats ist einfach. Waren zu 20 cbem. Filtrat 5,5 cbem. $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung verbraucht, sind 4,5 cbem. $\frac{1}{10}$ n. Silberlösung zur Fällung des Chlors in 2 cbem. Harn mitgegangen.

$$\frac{2 : (4,5 \cdot 0,00585) = 100 : x}{x = \text{gr. NaCl in 100 cbem. Harn.}}$$

Eine Chlorbestimmung im Harn nach diesem Verfahren nimmt kaum mehr wie 10 Minuten in Anspruch und erfordert von Lösungen bekannten Wirkungswerthes nur $\frac{1}{10}$ n. Silbernitrat- und $\frac{1}{10}$ n. Chlornatriumlösung, Flüssigkeiten, die auch leicht käuflich zu beziehen sind.

Christiania, Ende Juni 1894.

Chemisches Laboratorium der Universität.