

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1892. Heft 23.

Quantitative Analyse durch Elektrolyse.

Von

Fr. Rüdorff.

[Fortsetzung v. S. 3 u. 197. d. Z.]

Seit meiner letzten Mittheilung ist in dieser Ztschr. S. 451 von den Herren Niesenson und Rüst unter dem Titel „Welches sind die zweckmässigsten Elektrizitätsquellen zur Elektrolyse“ eine Arbeit erschienen, in welcher Accumulatoren empfohlen werden. Ebenso ist eine 3. Auflage des bekannten Werkes von Herrn Al. Classen „Quantitative Analyse durch Elektrolyse“ erschienen. Die Arbeit der beiden ersten Herren gibt zu einer Bemerkung keine Veranlassung; jeder mag sich der Quelle für den elektrischen Strom bedienen, welche ihm zu Gebote steht, für Laboratorien, selbst für grössere, halte ich die Meidinger-Elemente für die bequemste Quelle. Das Buch des Herrn Classen aber nöthigt mich, auf die einzelnen, von anderen Chemikern gemachten Vorschläge etwas näher einzugehen, als ich es in meinen bisherigen Mittheilungen für erforderlich hielt. Durch meine Versuche haben sich die Methoden des Herrn Classen in nur wenigen Fällen als zuverlässig herausgestellt, aber wie ich von vielen Seiten erfahre, habe ich recht zahlreiche Genossen meines Missgeschickes.

Die Anwendung von Oxalaten als Zusatz zu den zu elektrolysirenden Lösungen mag ja in einigen Fällen zu guten Resultaten führen, aber als Universalzusatz — man kann auch die beste Methode zu Tode hetzen.

In Bezug auf die Bestimmung der einzelnen Metalle habe ich noch die Bestimmung von Gold und Platin zu erwähnen.

Gold.

Um Gold auf elektrolytischem Wege zu bestimmen, ist in Vorschlag gebracht von Luckow¹⁾ jede Art der Goldlösung, von Edg. Smith²⁾ Lösung in Schwefelnatrium, bei der galvanischen Vergoldung wird ein Zusatz von Cyankalium gemacht. Ich er-

hielt nach folgender Methode gute Resultate: die Menge des in der Lösung enthaltenen Goldes sei 0,1 bis 0,3 g.

Es ist nöthig, die Platinschale vorher innen zu versilbern, da sonst beim Wiederauflösen des Goldes mittels Königswasser auch Platin gelöst würde. In der innen mit Silber überzogenen Schale werden 2 bis 3 g Cyankalium in Wasser gelöst und zu dieser Lösung die Goldlösung hinzugefügt, nicht umgekehrt. Die Lösung wird zum Gesamtvolumen von etwa 120 cc mit Wasser verdünnt und dem Strom von 2 bis 3 Meidinger-Elementen unterworfen. Das Gold scheidet sich glänzend, glatt und fest an der Schale haftend aus.

Um zu untersuchen, ob das Gold vollständig ausgefällt ist, neige man die Schale, bringe die + Elektrode recht nahe an die jetzt von der Flüssigkeit neu bedeckte Schalenwand und lasse den Strom noch $\frac{1}{2}$ Stunde lang wirken. Ist noch Gold in der Lösung, so ist die von Flüssigkeit neu bedeckte Stelle gelb gefärbt. Auf dem weissen Silber ist auch die schwächste Gelbfärbung deutlich zu erkennen. Um sich von der völligen Ausscheidung des Goldes auf andere Weise zu überzeugen, werden einige Cubikcentimeter der Lösung mit Salzsäure übersättigt und zur Trockne verdampft. Der Rückstand wird in wenig Wasser gelöst und die Lösung mit einigen Tropfen Kalilauge schwach alkalisch gemacht. Zu dieser Lösung füge man einige Tropfen möglichst oxydfreie Eisenvitriollösung. Ein schwarzer Niederschlag zeigt, dass noch Gold vorhanden, ein schmutzig grüner Niederschlag, dass das Gold völlig ausgefällt ist. Das Gold wird aus der Schale entfernt durch Erwärmen mit Salpetersäure.

Platin.

Die Bestimmung des Platins auf elektrolytischem Wege gelingt sehr leicht, da das Platin durch einen schwachen Strom aus allen seinen Lösungen dicht und festhaftend niedergeschlagen wird.

Die Menge des in der Lösung enthaltenen Platins sei 0,1 bis 0,5 g. Man füge zur Lösung etwa 5 Tropfen verdünnter Schwefelsäure ($\frac{1}{10}$) und verdünne bis 120 cc.

Bei Anwendung von 2 Elementen ist über Nacht das Platin etwas matt, aber

¹⁾ Ztschr. anal. Ch. 19. 1.

²⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1892. S. 779.

sehr fest haftend, vollständig ausgeschieden. Um zu prüfen, ob alles Platin ausgefällt ist, versetze man etwas der Lösung mit Schwefelwasserstoffwasser. Bleibt die Flüssigkeit auch nach längerem Stehen farblos, so ist das Platin vollständig ausgeschieden. Man spült die Schale mit Wasser wiederholt aus und trocknet bei 100 bis 120°.

Das niedergeschlagene Platin kann dazu dienen, die Schalenwand zu verdicken. Reibt man die Schale mit nassem Seesand tüchtig aus, so ist das Platin glatt und glänzend und so fest haftend, dass es sich nicht entfernen lässt.

Trennungen.

In den bisherigen Mittheilungen handelt es sich um den Fall, dass in einer Lösung nur 1 Metall vorhanden ist, und ich habe derjenigen Methode den Vorzug gegeben, welche mir bei meinen zahlreichen, vergleichenden Versuchen die zuverlässigsten Resultate ergab. Schwieriger gestaltet sich die Sache, wenn es sich darum handelt, 2 oder mehrere Metalle, welche sich in gemeinsamer Lösung befinden, von einander zu trennen. Ich habe auch hier die bisher bekannt gegebenen Methoden durch vergleichende, neben einander angestellte Versuche auf ihre Zuverlässigkeit geprüft. Aber da diese Angaben verhältnissmässig sparsam sind und sich die von Herrn Classen gemachten, mit sehr zahlreichen, überaus gut stimmenden Versuchsergebnissen geschmückten Vorschläge in den meisten Fällen als unzuverlässig und ungenau erwiesen, so war ich meist auf das Aufsuchen eigener Wege angewiesen.

Bei der Trennung der Metalle auf elektrolytischem Wege ist von grossem Einfluss

1. der zu wählende Zusatz und die Menge desselben,
2. die Stromstärke.

Der Fall, dass man in einer Operation zugleich 2 Metalle bestimmen kann, kommt sehr selten vor und bietet ganz besondere Schwierigkeiten. In den meisten Fällen muss der zu wählende Zusatz so beschaffen sein, dass das eine der Metalle sich durch den elektrischen Strom ausscheidet, während das andere oder die anderen Metalle vollständig in Lösung bleiben. Nicht selten kommt es vor, dass der Zusatzstoff erst von einer bestimmten Menge an die Ausscheidung gewisser Metalle verhindert, oder auch, dass der Zusatzstoff durch den Strom derartige Veränderungen erleidet, dass derselbe unwirksam wird. Der Zusatzstoff muss dann in solcher Menge vorhanden sein, dass immerhin die nöthige Menge unverändert übrig bleibt. Ich bin bestrebt gewesen, die nöthige

Menge des Zusatzstoffes zu ermitteln, um ein vollständiges und sicheres Gelingen zu ermöglichen.

Die Stromstärke ist insofern von Einfluss, als einige Metalle bei sehr schwachem Strom gar nicht, sondern nur von einer bestimmten Stromstärke an sich auszuscheiden beginnen, aber bei gesteigerter Stromstärke das betreffende Metall sich schwammig, also in einer unbrauchbaren Form niederschlägt.

Auch im Folgenden werde ich die erforderliche Stromstärke durch die Anzahl der Elemente angeben. Um aber bei Anwendung einer anderen Elektrizitätsquelle diese Angaben übertragen zu können, will ich die Stromstärke meiner Meidinger-Elemente in Ampère ausdrücken. Das zu diesem Zweck angewendete Instrument war das bekannte, von Kohlrausch construirte und von der Firma Hartmann & Braun in Bockenheim bei Frankfurt a. M. bezogene Ampèremeter. Die Messungen sollen nur zur Charakterisirung der Elemente dienen und sind deshalb ohne Einschaltung der Zersetzungszelle ausgeführt. Mit Einschaltung des Zersetzungsapparates nimmt selbstverständlich die Stromstärke ganz erheblich ab.

Nach den von mir wiederholt ausgeführten Messungen waren:

2 Elemente	= 0,015 Ampère.
3 -	= 0,026 -
4 -	= 0,034 -
5 -	= 0,040 -
6 -	= 0,046 -

Es ist bei Anstellung der Versuche nicht erforderlich, dass die angegebenen Stromstärken absolut genau eingehalten werden. Die von mir in Vorschlag gebrachten Methoden führen auch zu zufriedenstellenden Resultaten, wenn auch die Stromstärke etwas schwankt. Die einzelnen Elemente sind zwar in ihrer Stromstärke etwas verschieden und dieses auch zu verschiedenen Zeiten des Gebrauches, aber diese Unterschiede sind für das Gelingen von ganz untergeordneter Bedeutung. Deshalb halte ich für unsere Zwecke die Angabe der Anzahl der Elemente für ebenso genau als die peinliche Mittheilung von so und so viel Cubikcentimeter Knallgas oder Ampère. Es handelt sich in unserem Fall doch lediglich um die Zwecke eines praktischen Laboratoriums.

Kupfer und Silber.

Zur Trennung dieser beiden Metalle empfiehlt A. Classen³⁾, die neutrale oder schwach saure, gemeinsame Lösung beider Metalle mit einem Überschuss von Ammo-

³⁾ Lehrbuch 3. Aufl. S. 124.

niumoxalat zu versetzen und dadurch im Überschuss des Fällungsmittels unlösliches Silberoxalat auszufällen, während ein lösliches Ammonium-Kupferoxalat in Lösung bleibt. Der Niederschlag wird ausgewaschen, in Cyankalium gelöst und aus dieser Lösung das Silber elektrolytisch gefällt, während das Kupfer aus der mit saurem Ammoniumoxalat versetzten Lösung ausgeschieden wird. Leider kann ich diese Methode nicht empfehlen, da meine nach derselben angestellten Versuche befriedigende Resultate nicht ergeben haben und auch nicht ergeben konnten. Der Niederschlag, den Ammoniumoxalat in Silberlösungen gibt, lässt sich in der Regel schwer filtriren; es gelingt dieses nur unter Anwendung ähnlicher Vorsichtsmaassregeln, wie sie beim Filtriren von Calciumoxalat erforderlich sind und auch dann macht man noch üble Erfahrungen. Sodann ist das Silberoxalat in Wasser oder in der mit überschüssigem Ammoniumoxalat versetzten Lösung nicht völlig unlöslich; Salzsäure gibt in dem durchaus klaren Filtrat eine sehr deutliche Trübung. Dieses stimmt auch mit Angaben anderer Chemiker⁴⁾ überein. Meine Versuche, Kupfer unter Zusatz von saurem Ammoniumoxalat⁵⁾ zu bestimmen, haben ebenso wenig zu einwandfreien Ergebnissen geführt wie die Bestimmung des Kupfers nach Zusatz von normalem Ammoniumoxalat; entweder ist das ausgeschiedene Kupfer dunkelbraun und fleckig, oder es fällt innerhalb 14 Stunden nicht alles Kupfer aus. Enthält die Lösung des sauren Oxalatdoppelsalzes noch Chloride, so ist das ausgeschiedene Kupfer schwammig. Fast ebenso nachtheilig wirken Nitrats. Die Anwendung von saurem Ammoniumoxalat ergab nur leidliche Resultate, wenn die von Nitraten und Chloriden freie Lösung durch 2 Elemente zersetzt wurde, aber die Dauer der Elektrolyse war länger als 14 Stunden.

Edgar F. Smith⁶⁾ gibt an, 4,5 g Cyankalium zur gemischten Lösung zu setzen. Der Zusatz von Cyankalium gibt zwar tadellose Resultate, aber die Menge des erforderlichen Cyankaliums muss nach dem Verhältniss von Kupfer zu Silber modificirt werden.

Nach meinen Erfahrungen verfährt man am besten folgendermaassen: Die Gesamtmenge des Kupfers und Silbers sei höch-

stens 0,5 g. Ist die Menge des Kupfers geringer oder gleich der des Silbers, so füge man zu der Lösung, deren etwa vorhandene freie Säure durch Kali neutralisirt ist, 8 g Cyankalium, verdünne, bis das Gesamtvolum etwa 120 cc beträgt und elektrolysire mit 2 oder 3 Elementen. Es scheidet sich im Laufe von 12 Stunden das Silber vollständig und frei von Kupfer aus. Will man in der zurückbleibenden Kupferlösung das Kupfer elektrolytisch bestimmen, so giesse man die Lösung vorsichtig ab, spüle 2 mal mit Wasser nach, vereine das Spülwasser mit der Lösung und verdampfe nach Zusatz von überschüssiger Schwefelsäure zur Trockne, um das Cyan zu entfernen. Man löse den Rückstand in Wasser und füge entweder 5 bis 10 Tropfen Salpetersäure zu oder besser etwa 3 g Ammoniumnitrat und 20 cc Ammoniak (0,91), verdünne auf 100 bis 120 cc und elektrolysire mit 3 bez. mit 4 oder 5 Elementen. Das Kupfer scheidet sich sehr schön aus. Nach vorherigem Zusatz von 1 bis 2 cc Natriumacetatlösung (bei Salpetersäurezusatz) giesse man die Lösung aus der Schale, spüle mit Wasser wiederholt aus und trockne.

Rascher gelangt man zum Ziel, wenn man aus der Lösung das Silber zunächst durch etwas Salzsäure oder Kochsalzlösung als Chlorsilber fällt und auf gewogenem Filter (d. Z. 1890, 533) bestimmt. Zum Filtrat fügt man Ammoniumnitrat und Ammoniak und elektrolysirt mit 4 bis 5 Meidinger-Elementen wie oben.

Ist der Kupfergehalt höher als der Silbergehalt, so fällt man zweckmässig das Silber zunächst durch Salzsäure aus und verfährt wie oben. Oder, wenn man das Silber elektrolytisch fällen will, so fügt man zur Lösung 12 g Cyankalium und wendet 3 Elemente an. Mit der zurückbleibenden Kupferlösung verfährt man wie oben. Bei Anwendung der oben angegebenen Menge Cyankalium und der angegebenen Stromstärke vermeidet man die Ausscheidung von Kupfer neben dem Silber ganz sicher in den üblichen 12 bis 14 Stunden.

Kupfer und Quecksilber.

Zur Trennung des Kupfers von Quecksilber empfiehlt Edg. Smith⁷⁾, bei geringem Kupfergehalt zur Lösung Cyankalium zu setzen unter Anwendung eines schwachen Stromes.

Nach den von mir angestellten Versuchen empfehle ich folgendermaassen zu

⁴⁾ W. Rose-Finkener, Handbuch der anal. Ch. I S. 342.

⁵⁾ Classen, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1888 S. 2898 u. Lehrbuch III Aufl. S. 124.

⁶⁾ Electro-chemical analysis. Philadelphia 1890 S. 100.

⁷⁾ Electro-chemical analysis. Philadelphia 1890 S. 97.

verfahren. Die Lösung enthalte etwa 0,4 g an Metallen. Ist die Menge des Kupfers kleiner als die des Quecksilbers, so füge man 6,0 g Cyankalium zu, verdünne bis auf 100 bis 120 cc und elektrolysire mit 2 bis 3 Elementen. Übersteigt die Menge des Kupfers die des Quecksilbers, so füge man 10 g Cyankalium zu und wende ebenfalls 2 bis 3 Elemente an. Über Nacht scheidet sich nur Quecksilber aus. Zur Bestimmung des Kupfers giesse man die Lösung vorsichtig ab, spüle 2 mal mit Wasser nach und verdampfe die Lösung mit etwas überschüssiger Schwefelsäure. Die Schale mit Quecksilber trocknet man über Schwefelsäure. Der Rückstand der Kupferlösung wird mit Wasser gelöst und unter Zusatz von Ammoniumnitrat und Ammoniak mit 4 bis 5 Elementen elektrolysirt.

Kupfer und Cadmium.

Um Kupfer und Cadmium elektrolytisch zu trennen, setzt Classen⁸⁾ Salpetersäure zu der gemeinsamen Lösung, fällt zunächst das Kupfer aus und verdampft die Lösung unter Zusatz von Schwefelsäure zur Trockne. Nach Zusatz von Natriumacetat und etwas Essigsäure wird dann das Cadmium gefällt. Diese Methode ist etwas umständlich, ohne zu durchaus befriedigenden Resultaten zu führen.

Edg. Smith⁹⁾ fügt zur Lösung Natriumphosphat und Phosphorsäure und fällt das Kupfer. Diese Methode gibt nur bei Anwendung eines sehr schwachen Stromes und sehr langer Dauer ein befriedigendes Resultat: bei Anwendung von 2 Meidinger-Elementen war nach 14 Stunden das Kupfer nicht vollständig ausgefällt, bei Anwendung von 3 Elementen war neben Kupfer auch Cadmium ausgeschieden.

Bei der Trennung dieser beiden Metalle verfährt man nach meinen Versuchen am besten so, dass man aus einem bestimmten Volumen der Lösung das Kupfer und aus einem anderen bestimmten Theil der Lösung das Cadmium ausfällt. Die Gesamtmenge der Metalle sei höchstens 0,5 g. Zu einem abgemessenen Theil der Lösung füge man 2 cc Salpetersäure (1,2) und verdünne bis etwa 100 oder 120 cc. Man elektrolysire mit 3 bis 4 Elementen. Hierbei fällt das Kupfer völlig frei von Cadmium aus. Nach vollendeter Ausfällung — einige Tropfen der Lösung müssen mit Schwefelwasserstoff einen rein gelben Niederschlag geben — füge man etwa 3 cc einer gesättigten Lösung

von Natriumacetat zu, giesse die Lösung aus der Schale, spüle mit Wasser wiederholt aus und trockne das Kupfer bei etwa 100°.

Zu einem zweiten Theil der Metalllösung füge man 12 g Cyankalium, verdünne bis 120 cc und elektrolysire mit 3 Elementen. Es fällt nur Cadmium frei von Kupfer. Nach mehrmaligem Ausspülen mit Wasser und schliesslich mit Alkohol wird bei 70° getrocknet.

Als Lösungsmittel der Niederschläge dient Salpetersäure.

Kupfer und Nickel.

Classen¹⁰⁾ versetzt die gemeinsame Lösung mit Kaliumoxalat (saurem oder neutralem?)¹¹⁾ und verdünnt diese Lösung mit einer Lösung von Ammoniumoxalat bis zum Volumen 170 bis 200 cc. Man scheidet das Kupfer mit 2 neben einander verbundenen Bunsenelementen ab und bewirkt die Bestimmung des Nickels in der von Kupfer befreiten Lösung dadurch, dass man noch 2 bis 3 g Ammoniumoxalat zusetzt und unter Erwärmen elektrolysirt.

Wie schon früher erwähnt, hat bei meinen Versuchen die Anwendung von Oxalaten nur in wenigen Fällen zu zufriedenstellenden Resultaten geführt, trotzdem H. Classen¹²⁾ zahlreiche Versuchszahlen mittheilt, welche in den meisten Fällen bis zur 4., in einzelnen sogar bis in die fünfte Decimale mit den angewendeten Metallmengen übereinstimmen, Zahlen, welche das Resultat einer zweimaligen Wägung einer Platinschale von über 200 cc Inhalt sind!

Folgende Methode kann ich auf Grund vielfacher Versuche empfehlen. Die Gesamtmenge der Metalle sei 0,4 bis 0,5 g. Zu der Lösung füge man 1 cc Salpetersäure (1,2), verdünne bis etwa 120 cc und elektrolysire mit 3 Elementen. Über Nacht ist alles Kupfer ausgeschieden und zwar frei von Nickel. Zur Lösung füge man etwa 2 cc einer gesättigten Lösung von Natriumacetat und giesse dann die Lösung vom Kupfer ab. Man spüle nach und dampfe die Lösung bis etwa zur Hälfte ein. Zu derselben füge man 20 cc einer gesättigten Lösung von Ammoniumsulfat und 25 cc Ammoniak (0,91) und elektrolysire mit 4 bis 6 Elementen. Das Nickel scheidet sich vollständig und schön aus.

In kürzerer Zeit gelangt man indessen zum Ziele, wenn man die Bestimmung jedes

⁸⁾ Lehrbuch 3. Aufl. S. 124.

⁹⁾ Amer. chem. J. 12, 329, auch Zs. f. anal. Ch. 1892, 203.

¹⁰⁾ Lehrbuch, 3. Aufl. S. 127.

¹¹⁾ Lehrbuch, 3. Aufl. S. 78. Note.

¹²⁾ Ber. deutsch. chem. Ges. 1884, 2471 und Classen: Lehrbuch 3. Aufl. S. 211.

der beiden Metalle in einem besonderen Theile der Lösung vornimmt.

Das Kupfer bestimmt man in einem Theil der Lösung in obiger Weise. Zur Bestimmung des Nickels in einem anderen Theil der Lösung muss zunächst das Kupfer entfernt werden. Dieses geschieht am besten durch Schwefelwasserstoff, nach vorherigem Zusatz von 3 Tropfen Schwefelsäure. Das Schwefelkupfer wird abfiltrirt, das nickelhaltige Filtrat wird unter Zusatz von etwa 20 cc Wasserstoffsuperoxyd bis auf etwa 60 cc eingedampft, wodurch der vorhandene Schwefelwasserstoff vollständig entfernt wird. Wenn nöthig, wird die Lösung nochmals filtrirt, mit Ammoniumsulfat und Ammoniak versetzt und mit 4 bis 6 Elementen elektrolysiert. Bei der Bestimmung des Nickels ist die Gegenwart von Nitraten und Chloriden schädlich, das Nickel fällt entweder nicht vollständig oder doch erst in sehr viel längerer Zeit aus.

Charlottenburg, im November 1892.

Neuer Schüttelapparat für Laboratorien.

Chemisches Laboratorium von

Dr. L. Spiegelberg-Magdeburg.

Der Apparat dient sowohl zum Auflösen fester Substanzen als auch zum Schütteln von Flüssigkeiten, wobei letztere in eine gleichmässige, langsame oder wenn erforderlich sehr schnelle, dabei jedoch stets gleichmässig bleibende, horizontale Bewegung versetzt werden. Im Besonderen eignet sich der Apparat zum Auflösen des Zuckers zum Polarisiren sowie zum Ausschütteln der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia bei der neuen sogenannten Citrat-Methode zur Bestimmung der Phosphorsäure.

Die eiserne Tragstange *b* (Fig. 336) ist auf der Holzplatte *a* befestigt. An ihrem oberen abgeplatteten Ende befindet sich eine nach unten etwas erweiterte runde Öffnung mit dem seitlichen Schlitz *c*. Eine mit einem messingenen Axenlager versehene Kurbelscheibe *d* dreht sich um den eisernen Zapfen *f*. Auf dieser Kurbelscheibe ist in einem Abstände von etwa 30 mm der 20 mm breite Streifen von starkem Messingblech *m* befestigt, in welchem sich 6 runde Öffnungen befinden. Die hölzerne Stange *s* trägt das runde Schüttelbrett *t*. An ihrem oberen Ende ist die starke Holzschraube *h* befestigt, welche an der verjüngten Stelle *i* durch den Schlitz an der eisernen Tragstange hindurch-

geschoben werden kann. Der Schraubenkopf trägt also, in der runden Öffnung der eisernen Tragstange ruhend, das Schüttelbrett. Auf der unteren Fläche des Schüttelbrettes ist in der Mitte ein eiserner Stift *k* eingelassen. Durch Anheben der hölzernen Stange wird dieser Stift beliebig durch eine der 6 Öffnungen in dem Messingblech geschoben.

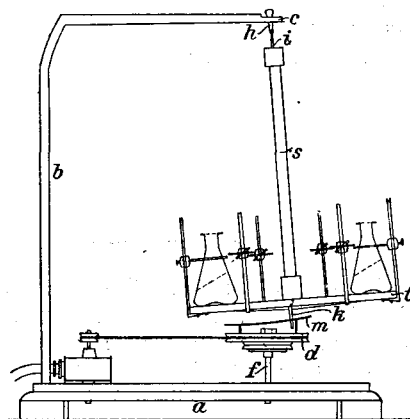


Fig. 336.

Wird die Kurbelscheibe gedreht, so macht das Schüttelbrett eine kreisförmige Bewegung, und je nachdem nun der Stift *k* sich in einer der der Mitte der Kurbelscheibe näher oder entfernter liegenden 6 Öffnungen des Messingbleches befindet, wird der beschriebene Kreis ein kleinerer oder grösserer sein. Auf dem Schüttelbrett sind 6 Messingstangen mit je einem verstellbaren Ringhalter angebracht. Mit letzterem lassen sich die Flaschen auf dem Schüttelbrette bequem befestigen.

Zum Auflösen des $\frac{1}{1}$ oder $\frac{1}{2}$ Normalgewichts Zucker dient ein besonderes Schüttelbrett von geringem Durchmesser (Fig. 337, von oben gesehen). Die 100 - bez. 50 cc-Kölbchen werden mit dem Hals durch die Messingklammern *n* hindurchgeschoben und durch letztere festgehalten. Die Auflösung des Zuckers erfolgt in 3 bis 4 Minuten vollständig. Die Handhabung ist eine sehr bequeme.

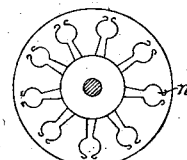


Fig. 337.

Zum Schütteln von grösseren Flaschen sowie auch zum Sieben dient eine besondere Vorrichtung (in der Zeichnung fortgelassen), bei welcher die hölzerne Stange *s* durch einen Holzrahmen ersetzt ist. Zum Festhalten der Flasche ist ein lothrecht verstellbarer Schieber angebracht, welcher in der Mitte eine Öffnung hat, durch welche der Flaschenhals geschoben wird, so dass die Flasche sich in der Mitte des Brettes befindet.