

wird es auch uns gehen — in Rußland ist es schon so weit, — wenn nicht alle Kräfte der Tradition, der Moral und der Arbeit zusammenhalten und anspannen.“

„Aber ich blicke in die Zukunft und sehe da hoffnungsfreudig ein anderes Bild: Nicht nur dieser oder jener, nicht nur diese oder jene Gesellschaft, nicht nur diese oder jene Industrie steht hinter der deutschen Forschung und Wissenschaft, sondern die gesamte Industrie im Bunde mit dem wieder erstarkten Staat ist auf dem Plan, um die angewandte und die reine Wissenschaft zum Heile des ganzen Volkes zu stärken, beide einsichtsvoll darauf bedacht, ihr auch nicht ein Titelchen von ihrer Freiheit zuzunehmen, sondern sie zu schützen. Die chemische Industrie ist von diesem Geiste erfüllt, und ich sage Ihnen nochmals im Namen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft den besten Dank.“ [A. 113.]

Zur Normierung der chemischen Glasgeräte.

Berichte der Fachgruppe für chemisches Apparatenwesen.

Von FRITZ FRIEDRICHS.

(Mitteilung aus dem glastechnischen Laboratorium der Firma Greiner & Friedrichs, G. m. b. H., Stützerbach, Thür.)

(Schluß von S. 184.)

16. Extraktionsapparate für feste Stoffe.

Zur Trennung von löslichen und unlöslichen Substanzen bedient man sich des Dekantierens, Filtrierens und Auswaschens mit dem betreffenden Lösungsmittel. Ist das Lösungsmittel in genügender Menge zur Verfügung, wie z. B. Wasser, so genügt die übliche Filtrierapparatur. Bei wertvolleren Lösungsmitteln wie Äther, Alkohol usw. muß dasselbe aus dem Filtrat durch Destillation wiedergewonnen werden; geschieht Destillation, Filtration und Auswaschen im gleichen Apparat, so bezeichnet man die Operation mit Extraktion. Je nach Aggregatzustand des zu extrahierenden Stoffes unterscheidet man Extraktionsapparate für feste und flüssige Stoffe.

Je nach der Temperatur, bei welcher die Extraktion stattfindet, pflegt man Apparate für heiße und kalte Extraktion zu unterscheiden. Die heiße Extraktion erfolgt beim Siedepunkt des Lösungsmittels mit Dampf und der siedenden Flüssigkeit, die kalte zwischen dieser Temperatur und der Temperatur des Kühlwassers. Nach Art der Filtration, ob der Ablauf der Lösung kontinuierlich oder intermittierend ist, teilt sich jede der beiden Hauptgruppen in zwei Unterabteilungen. Leider ist es mir aus Raumangel nicht möglich, wie ursprünglich beabsichtigt, eine umfassende Systematik und kritische Besprechung der einzelnen Konstruktionen zu geben, so daß ich mich mit folgenden Hinweisen begnügen muß.

Während bei den Apparaten für heiße Extraktion der Hülseinsatz allseitig vom aufsteigenden Dampf umspült wird, umgeht der Dampf bei Apparaten für kalte Extraktion den Extraktions-

erbrochen und die Bauten verbrannt. Man wagt nicht mehr zu ackern, man baut nicht mehr und bringt kein Holz mehr ins Land und bringt nichts mehr für den Schatz. So ist das Land wüst, wie ein abgeerntetes Flachsfeld; es gibt kein Getreide mehr, und vor Hunger raubt man den Schweinen das Futter. Niemand achtet mehr auf Reinlichkeit; man lacht nicht mehr, und selbst die Kinder sind des Lebens überdrüssig. Der Menschen werden wenige, die Geburten nehmen ab, und schließlich bleibt nur der eine Wunsch, daß doch alles zugrunde gehen möge; ach, hätte es doch ein Ende mit den Menschen.“

„Dann folgt der andere Akt des großen Trauerspiels, der uns das zweite Gedicht vorführt. Die Beamten sind abgetan, sie sind verjagt, und kein Amt ist mehr an seinem Platze, und nun wendet sich die Wut gegen den König selbst und das Land wird des Königreiches beraubt von wenigen sinnlosen Leuten; ähnlich: das Geheimnis der Könige wird entblößt, und die Residenz stürzt in einem Augenblick zusammen. Und nun beginnt das Reich des Pöbels, er ist obenauf und freut sich dessen in seiner Weise. Er trägt das feinste Leinen und salbt seine Glatze mit Myrrhen. Er hat ein großes Haus und einen Speicher, dessen Korn freilich einst anderen gehört hat, er hat Herden und Schiffe, die auch einmal einen anderen Besitzer hatten. Sonst ging er selbst als Bote, jetzt freut es ihn, andere auszuschicken. Er schlägt die Harfe, und seine Frau, die sich früher im Wasser besah, paradiert jetzt mit einem Spiegel. Auch seinem Gotte, um den er sich sonst nicht kümmerte, spendet er jetzt Weihrauch — allerdings den Weihrauch eines anderen.“

„Während so die, die nichts hatten, reich geworden sind, liegen die einstmaligen Reichen schutzlos im Winde ohne Bett, zerlumpt und durstig. Und das Widerlichste von allem: der einst nichts hatte, besitzt jetzt Schätze, und ein Fürst lobt ihn — selbst die Räte des alten Staates machen in ihrer Not den neuen Emporkömmlingen den Hof.“

raum außerhalb in besonderem Dampfrohr. Der Vorteil der heißen Extraktion liegt in größerer Extraktionsgeschwindigkeit auf Grund der hohen Temperaturkoeffizienten der meisten gesättigten Lösungen. Bei großem Volumen der zu extrahierenden Substanz werden die Apparate der ersten Gruppe recht unförmlich, weshalb bei einem Volumen über 20 ccm die Apparate der zweiten Gruppe vorgezogen werden. Die Temperatur des aus dem Kühler herabfließenden Kondensates ist bei Apparaten der ersten Gruppe abhängig von der Länge des Dampftrittsrohres am Kühler. Ist dasselbe, also der gemeinsame Weg von aufsteigendem Dampf und abfließendem Kondensat sehr lang, so ist es wohl möglich, daß Temperaturen bis 35°, wie sie Viet²⁸⁾ gemessen hat, auftreten können. Bei Einhängkühlern (Walter) ist aus diesem Grunde die niedrigste Temperatur zu erwarten.

Der kontinuierliche Abfluß des Filtrates hat den Nachteil, daß, besonders bei großen Querschnitten der Extraktionshülse, das herabtropfende Lösungsmittel nicht die ganze Masse gleichmäßig benetzt. Es besteht die Gefahr unvollkommener Extraktion. Aus diesem Grunde ist der Durchmesser der Hülse möglichst eng zu wählen, und bei Extraktion größerer Volumina stets ein intermittierender Ablauf anzustreben.

Um Schliff- und Korkverbindungen nach Möglichkeit zu vermeiden, sind die ursprünglich 3-teiligen Apparate durch Vereinigung von Kühler- und Extraktormantel oder Extraktormantel und Kolbenhals 2-teilig, durch Vereinigung von Kühlermantel, Extraktormantel und Kolbenhals 1-teilig konstruiert worden. Die 1-teiligen Apparate, die keinerlei Schliffe oder andere Verbindungen besitzen, sind jedoch, wie alle Apparate für heiße Extraktion, nur für kleinere Volumina mit Vorteil zu verwenden.

Gegen die Quecksilberdichtungen vieler Konstruktionen spricht der hohe Preis des Quecksilbers und die nicht unbedenkliche physiologische Wirkung seiner Dämpfe, besonders bei kontinuierlicher Arbeit ganzer Batterien in kleinen, schlecht ventilierten Räumen. Gegen die Korkverbindungen ist der Harzgehalt des Korkes als Nachteil anzuführen, welcher schwer und nicht ohne Beeinträchtigung der Elastizität entfernt werden kann. Es bleiben also nur noch Schliffverbindungen, wenn man 1-teilige Apparate wegen zu großer Volumina nicht anwenden kann.

Trotz der außerordentlich zahlreichen Versuche, den Apparat nach Szombathy-Soxhlet zu verbessern, ist er doch in seiner ursprünglichen Form bei weitem vorherrschend geblieben und vermag auch so normalen Ansprüchen zu genügen. Außer diesem Apparat bringe ich noch für heiße Extraktion kleiner Volumina den Apparat nach Clayton (Fig. 75) wegen seiner Einfachheit als Normalform in Vorschlag.

Als Kolben finden meist Rundkolben mit flachem Boden Verwendung. Wenn ich hier trotzdem die Normal-Erlenmeyer-Form vorschlage, so geschieht dies außer wegen der bekannten Vorteile dieser Form, wie leichter Ausspülbarkeit, vor allem wegen der größeren Heizfläche, die bei den sich mehr und mehr einbürgernden elektrischen Heizplatten nur vorteilhaft sein kann. Für jeden Apparat sollen außer dem zugehörigen Kolben 2 Reservekolben, die an den gleichen Schliff passen müssen, geliefert werden.

Als Kühler kommen nach einer früheren Arbeit des Verfassers²⁹⁾ Schraubenkühler und die Kühler nach Allihn und Walter in Frage. Schlangenkühler scheiden wegen der Gefahr des Heraus-schleuderns von Äther, Kugelnkühler wegen einer den hohen Herstellungskosten nicht entsprechenden Kühlwirkung aus. Sogenannte Innenkühler, wie Schraubenkühler und Kühler nach Walter haben vor Außenkühlern (Allihn) den Vorteil, daß der Kondenswasserbeschlag auf ihrer äußeren Oberfläche geringer ist, was vor allem bei Gasheizung ins Gewicht fällt. Die gut wirkenden Einhängkühler aus Metall kommen wegen des hohen Preises kaum noch in Frage.

Szombathy-Soxhlet (Fig. 76).

Größen	I	II	III	IV	V
Kolben.					
Inhalt	100 (10)	150 (15)	200 (15)	300 (20)	750 (20) ccm
Durchmesser (b) .	60 (10)	65 (10)	75 (10)	80 (10)	100 (10) mm
Höhe (a)	100 (10)	120 (10)	125 (10)	145 (10)	205 (10) mm
Halsweite (c) . .	18 (1)	23 (1)	23 (1)	23 (1)	28 (1) mm

²⁸⁾ Viet^h, Analyst **13**, 127; Anal. Ch. **30**, 608 [1891].

²⁹⁾ F. Friedrichs, Angew. Chem. **33**, 29 [1920].

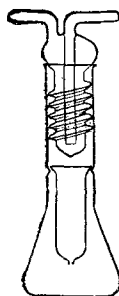
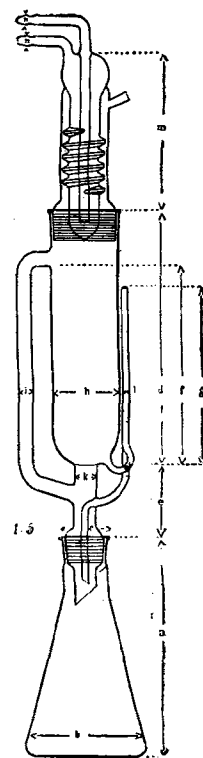


Fig. 75.

Fig. 76.

Größen	I	II	III	IV	V
Extraktor.					
Inhalt	30 (3)	60 (6)	100 (10)	200 (10)	500 (10) ccm
Extraktionskörper:					
Weite (h)	26 (1)	34 (1)	44 (1)	47 (1)	64 (1) mm
Höhe (d)	150 (5)	130 (5)	135 (5)	180 (5)	240 (5) mm
Heber:					
Weite (l)	3,5 (0,5)	3,5 (0,5)	3,5 (0,5)	3,5 (0,5)	3,5 (0,5) mm
Höhe (g)	78 (2)	78 (2)	83 (2)	121 (2)	178 (2) mm
Dampfrohr:					
Weite, oben (i) . .	8 (1)	8 (1)	10 (1)	10 (1)	10 (1) mm
„ unten (k) . . .	15 (1)	15 (1)	15 (1)	15 (1)	15 (1) mm
Ansatzhöhe (f) . .	90 (2)	90 (2)	95 (2)	135 (2)	195 (2) mm
Länge (e)	50 (10)	50 (10)	50 (10)	50 (10)	50 (10) mm
Hülsenmasse . . .	22/80	30/80	40/85	43/123	60/180 mm
Kühler.					
Schraubenkühler:					
Länge (m)	100 (10)	100 (10)	100 (10)	100 (10)	100 (10) mm
Durchmesser . . .	30 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2) mm
Walter:					
Länge (m)	200 (10)	200 (10)	200 (10)	200 (10)	200 (10) mm
Durchmesser . . .	30 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2)	30 (2) mm
Kühlkörper-					
Durchmesser . . .	27 (2)	27 (2)	27 (2)	27 (2)	27 (2) mm
Allihn, 4 Kugeln:					
Länge	250 (20)	250 (20)	250 (20)	250 (20)	250 (20) mm
Kühlrohrdurch-					
messer	12 (1)	12 (1)	12 (1)	12 (1)	12 (1) mm
Schlauchansätze:					
Durchmesser . . .	8 (0,5)	8 (0,5)	8 (0,5)	8 (0,5)	8 (0,5) mm
Clayton (Fig. 75).					
Kolben: Inhalt 100 (10) mm					
Halsweite 28 (2) mm					
Höhe für Metall- und Schraubenkühler				300 (10) mm	
Höhe für Kühler nach Walter				400 (10) mm	
Höhe der Einstiche				120 (2) mm	
Hülseneinsatz.					
Größen	I	II	III		
Weite	14 (1)	20 (1)	23 (1) mm		
Länge	55 (1)	85 (1)	85 (1) mm		
Hülsenmaße . . .	10/50	16/80	19/90 mm		
Kühler.					
Schraubenkühler und Metallkühler.					
Länge des Kühlkörpers			100 (10) mm		
Kühler nach Walter.					
Länge des Kühlkörpers			200 (10) mm		
Durchmesser			27 (2) mm		
Schlauchansätze, Durchmesser			8 (0,5) mm		

Als Material für Extraktionsapparate genügt ein weiches Apparatenglas, soweit organische Lösungsmittel zur Verwendung kommen. Für Kolben kann für höhersiedende Lösungsmittel ein thermisch widerstandsfähiges Glas vorteilhaft sein.

Die Toleranzen sind den Maßen in Klammern beigelegt.

17. Wasserstrahlpumpen.

Für die bisherige Arbeitsmethode des größten Teiles der Glasindustrie sind die Vorschläge Luthers³⁰⁾ und Stählers³¹⁾ bezeichnend, aus einer im Handel befindlichen Anzahl der gewünschten Pumpen die brauchbaren herauszusuchen. Dies läßt deutlich erkennen, daß wirklich gute Pumpen bisher Zufallserscheinungen sind. Versuche im hiesigen Laboratorium mit einer großen Anzahl der verschiedensten Konstruktionen und Fertigungen haben gezeigt, daß diese Vorschläge nur allzu berechtigt sind. Zur Abstellung dieser ungesunden Verhältnisse sind im hiesigen Laboratorium von J. Friedrichs umfangreiche theoretische und experimentelle Arbeiten unternommen und zu Ende geführt worden. Die Veröffentlichung derselben muß aus Raumangel leider späteren Zeiten überlassen werden. Als Ergebnis dieser Arbeiten sind die folgenden Punkte kurz hervorzuheben.

Das Wesentlichste für eine wirkende Pumpe ist nicht die Form, sondern ihre richtige Dimensionierung, wofür die oben erwähnte Arbeit die nötigen Unterlagen gibt.

Streng genommen gehört für jedes Leitungsnetz eine Pumpe besonderer Dimensionen.

Aus technischen Gründen ist die Finknersche Pumpe allen anderen vorzuziehen, da bei ihr die Dimensionen am genauesten eingehalten werden können.

Die doppelte Wirkung vieler Pumpen (Wetzel, Fleischhauer-Rose usw.) ist zwecklos.

³⁰⁾ Ostwald-Luther, Physiko-Chem. Messungen. 3. Aufl. 292 [1900].

³¹⁾ Stähler, Handbuch der Arbeitsmethoden der anorg. Ch. II, 50 [1919].

Finknerpumpen, deren Abflußrohr Vorrichtungen zur Stauung des Wasserstromes (Schlinge, Wassersack usw.) haben, erreichen nicht die Wirkung einer wohl dimensionierten Pumpe mit geradem Abflußrohr. Die letztere Pumpe erfordert aber sorgfältige Auswahl und Zentrierung der Düsen, weshalb sich ungeübte Glasbläser vor ihrer Herstellung scheuen.

Die Bedingungen, die an eine gute Saugpumpe gestellt werden müssen, sind die folgenden:

1. Luftverdünnung bis zur Tension des Leitungswassers.
2. Luftförderung bei hohem wie niedrigem Wasserdruck.
3. Geringer Wasserverbrauch.
4. Förderung eines großen Luftvolumens in der Zeiteinheit.

Pumpen, die den beiden ersten Bedingungen nicht entsprechen, sind völlig unbrauchbar. Die Gründe für das Versagen liegen meist in nachlässiger Einhaltung der Dimensionen oder in mangelhafter Zentrierung der Düsen.

Eine Anforderung von fast gleicher Bedeutung stellt Bedingung 3 dar. Großer Wasserverbrauch mit dem durch ihn bedingten Druckverlust der Wasserleitung ist eine der Hauptursachen für das häufige Zurücksteigen der Pumpen. Wenn mehrere Pumpen gleichzeitig an demselben Strang laufen, muß also Bedingung 3 unbedingt erfüllt sein, zumal die Berücksichtigung dieses Punktes nicht die geringste fabrikatorische Schwierigkeit bereitet.

Je größer die in der Zeiteinheit geförderte Luftmenge ist, desto rascher wird die größtmögliche Luftverdünnung erreicht. Diese Anforderung, die als Bedingung 4 festgelegt ist, hängt bei gleichem Wasserdruck lediglich von der Auswahl der Dimensionen ab. Dem Übelstand, daß eine geringfügige Änderung des günstigsten Querschnittsverhältnisses in einem Sinne die Wirkung der Pumpe herabsetzt, im anderen sie zur Unbrauchbarkeit verdammt, ist nun mal nicht abzuhelfen.

Auf Grund dieser, der oben erwähnten Arbeit entnommenen, Betrachtungen bringe ich die Finknersche Pumpe (Fig. 77) als Normalform in Vorschlag.

Die Pumpe soll nur in einer Größe, für einen Wasserverbrauch von 4 l/Minute bei 3 Atm. und mit einem Düsenverhältnis, welches das Optimum bei halbölligem Rohrnetz darstellt, angefertigt werden. Wenn auch Pumpen mit größerem Wasserverbrauch, die bei halbölligem Netz die gleiche Wirkung zeigen, bei weiterem Netz ($\frac{3}{4}$) unter Umständen eine etwas bessere Wirkung erzielen, so ist doch zu bedenken, daß die Betriebssicherheit der Pumpen mit geringem Wasserverbrauch bei gleichzeitiger anderweitiger Wasserentnahme unverhältnismäßig größer ist. Für einige seltene Spezialfälle kann die Verwendung einer Pumpe größeren Wasserverbrauches vorteilhaft erscheinen, weshalb die Firma Greiner und Friedrichs außer ihrer Normalpumpe mit oben genannten Verhältnissen noch eine Spezialpumpe mit einem Wasserverbrauch von 7 l/Minute bei 3 Atm. führt. Die Verwendung der letzteren ist jedoch so beschränkt, daß sie wohl nie ein Stapelartikel wie die erste werden wird. Für die Normierung kommt sie daher nicht in Frage.

Für die Leistungsfähigkeit der Pumpen sind Mindestforderungen aufzustellen, die am besten unter Berücksichtigung des Leitungsnetzes durch die Zeit (t) ausgedrückt werden; die nötig ist, um ein Gefäß von bekanntem Inhalt auf die Tension des Wassers + 1 mm zu evakuieren. Diese Prüfung ist bei der Firma Greiner und Friedrichs streng durchgeführt und zwar für folgende Mindestleistungen.

Wasserdruck (Atm.)	Wasserverbrauch (l/Min.)	t (Min.) $\frac{1}{2}$ "	t (Min.) $\frac{1}{4}$ "
6,0	5,0	1,5	—
4,0	4,0	2,75	—
3,0	3,6	5	4
2,0	2,8	8	—
1,5	2,4	16	—

Inhalt des Gefäßes 1,75 l, mittlerer Barometerstand 715 mm.

In den Handel gelangen nur solche Pumpen, die diese Mindestleistung erreichen. Als Prüfzeichen gilt die Fabrikmarke: Der Ausfall beträgt bei gewissenhafter Arbeit des Glasbläfers nie mehr als 5%. Es wäre zu empfehlen, wenn andere Firmen in der gleichen Weise die Qualität garantieren würden, an Stelle der allgemeinen Redensarten, mit denen die Glasindustrie bisher ihre leider oft recht fragwürdigen Produkte zu empfehlen sucht.

Der Durchmesser der Schlauchanschlüsse betrage 8 (1) mm.

Als Glasmaterial genügt ein weiches Apparatenglas.

G e b l ä s e.

Eine Pumpe, die gut saugt, kann jederzeit in ein brauchbares Gebläse verwandelt werden. Schwierigkeiten macht nur die Entmischung des Luft-Wasserschaumes. Einerseits soll die gesamte angesaugte Luft vom Wasser wieder frei gegeben werden, andererseits aber der Eintritt von Wasser in das Rohr, das die Luft abführt, verhütet werden. Die ersten Gebläse bedienen sich hierzu eines



Fig. 77.



großen Gefäßes. Diese Apparate wurden aber bald durch handlichere ersetzt, in denen die Entmischung in besonders geformter Kammer vorgenommen wurde. Von den Entmischern war lange Zeit nur der von Stuhl angegebene gebräuchlich, bei dem der Schaum durch radiales Auftreffen auf die Gefäßwand entmischt wurde. Diese Entmischung ist jedoch unvollkommen, sie wird nur unwesentlich besser durch den von Bender und Hobein abgeänderten Entmischer, der 4 statt 2 Öffnungen besitzt. Eine vollkommene Entmischung erreicht man aber dadurch, daß der Schaumstrahl nicht radial, sondern tangential auf die Wand trifft, durch Zentrifugalkraft (Fig. 78). Da die Düsen der Gebläsebrenner nicht überall die gleichen sind, läßt sich nicht für alle Fälle die Weite des Wasserabflußrohres bereits bei der Fabrikation festlegen. Es muß daher nach der Montage des Gebläses der Wasserabfluß mittels Schraubenquetschhahnes so reguliert werden, daß keine Luft mit dem Wasser austritt und das Wasserniveau im Gebläse konstant bleibt. Die Gebläse der Firma Greiner und Friedrichs sind für eine Düsenöffnung von 1,8 mm eingestellt.

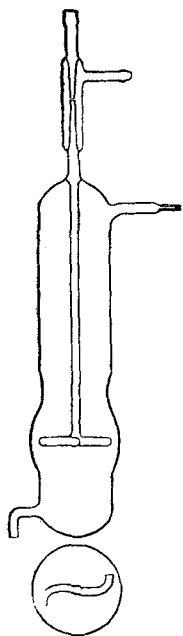


Fig. 78.

Als Normalform kommt auch hier als Pumpe nur die Finknersche in Betracht. Die Zentrifugalentmischung kann als Norm nicht aufgestellt werden, da sie noch unter gesetzlichem Schutz steht.

Während bei den Saugpumpen der Einfluß des Leitungsnetzes nur von untergeordneter Bedeutung ist, tut man gut, dasselbe bei Gebläsen in Rechnung zu stellen. Es genügen 2 Größen, I für ein enges ($1/2''$), II für ein weites ($3/4''$) Netz. Auch hier sind Minimalleistungen aufzustellen, die bei der Firma Greiner und Friedrichs in folgenden Werten festgelegt sind, die ich zur allgemeinen Einführung empfehle.

Wasserdruck (Atm.)	Wasserverbrauch (l/Min.)		Geförderte Luftmenge (ccm/Min.)	
	I ($1/2''$)	II ($3/4''$)	I ($1/2''$)	II ($3/4''$)
6	5,0	—	140	—
4	4,0	—	90	—
3	—	7,0	—	180
2	2,8	—	45	—
1	2,0	—	30	—

Der Durchmesser der Schlauchanschlüsse der Gebläse soll 8 (1) mm betragen.

Als Material genügt ein weiches Apparateglas. [Art. 32.]

Kontinuierliche elektrolytische Analysenüberwachung bei der Bestimmung der Kohlensäure in Rauchgasen und ähnlichen chemischen Verbindungen, sowie Beeinflussung der Sperrorgane der chemischen Apparate automatisch nach der Analyse.

VON KURD VON HAKEN.

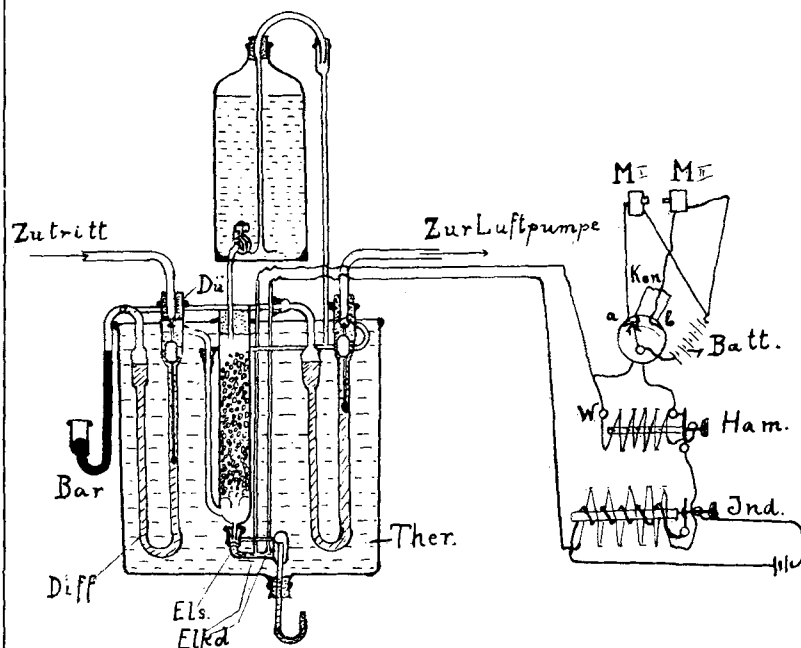
(Eingeg. 5./7. 1920.)

Am Beispiel: kontinuierliche Kohlensäurebestimmung in Rauchgasen und Beeinflussung des Zuges durch einen automatisch nach der Analyse sich bewegenden Schieber, soll hier das Wesen des in nebenstehender Zeichnung dargestellten Apparates beschrieben werden, welcher ein erster Anstoß zur ständigen Einstellung chemischer Prozesse nach der Analyse sein soll.

Die Rauchgase passieren erst eine übliche Reinigungsapparatur, darauf werden sie durch das Zutrittsrohr in das Einlaßventil gesaugt, dessen Öffnungsdüse *Dü* durch ein empfindliches Differentialmanometer *Diff* mit zwei Flüssigkeiten verschiedenen spez. Gew., die einander nicht lösen, mittels eines Schwimmers mit einem Düsenverschlußsteller gebremst ist. Der Schwimmer ist derart ausbalanciert, daß er in der leichteren Flüssigkeit gerade ohne den dünnen Ventilträger mit Teller untertauchen muß. Wird nun der Druck im Innern zu groß, so senkt sich die leichte Flüssigkeit im Schenkel, und der Schwimmer fällt, das Ventil schließend. Wird der Druck zu klein, so steigt der Schwimmer, und die Öffnung des Ventiles erweitert sich. Das eintretende Rauchgas wird nun von unten nach oben durch einen mit Verteilkörpern, beispielsweise Kugeln versehenen Mischer mit einer genau eingestellten praktisch etwa $1/1000$ n. Sodalösung behandelt und dadurch von der Kohlensäure befreit, wobei eine

Soda-Bicarbonatlösung entsteht. Das Gas tritt darauf durch ein zweites Ventil-Differentialmanometer, welches den Druck hinter dem Mischer regelt, in umgekehrter Richtung wie im ersten Falle, und darauf zur Saugpumpe. Der Druckverlust vom 1. zum 2. Ventil regelt die Geschwindigkeit des durchtretenden Gases genau ebenso wie der Zufluß der Sodalösung aus einem Gefäß mit konstanter Druckhöhe. Der Druckunterschied zwischen beiden Differentialmanometern gleicht einigen cm Wassersäule und entspricht dem Widerstande des Mischers bei einer bestimmten Geschwindigkeit. Um den Druck unabhängig vom Außendruck auf normaler Höhe halten zu können, sind beide Differentialmanometer auf der Seite der spezifisch schwereren Flüssigkeit mit einem Manometer *Bar* verbunden. Es genügt nun die Anzeige des Differentialmanometers, um das Ventil zu öffnen und zu schließen, entsprechend einer 0,25 mm hohen Wassersäule, dem entsprechend ist die Genauigkeit der Durchflußgeschwindigkeit sehr groß = $1/50\%$. Die Temperatur der Differentialmanometer und des Mischers wird durch einen Thermostaten geregelt.

Die zufließende Sodalösung fließt nach Aufnahme der Kohlensäure in das Elektrolysegefäß *El*s und ständig durch einen Überlauf mit Flüssigkeitsverschluß hinaus. Das Abflußrohr muß so breit sein, daß



keine Gase mitgerissen werden und genügend lang, um den Außendruck zu überwinden. Das Geschwindigkeitsverhältnis von den Rauchgasen zur Sodalösung wird so geregelt, daß ein Bicarbonat-Sodagemisch entsteht, in keinem Falle also Kohlensäure mit den Gasen abgesaugt wird. Die Elektrolyse wird in bekannter Weise mit Wechselstrom nach beiliegendem Schaltungsschema ausgeführt; wobei der Strom der sekundären Spule entweder durch ein Milliampèremeter großen Widerstandes oder durch einen Neffschen Hammer *Ham* mit Zusatzwiderstand *W* von gleicher Kapazität wie das Milliampèremeter durch Elektroden *Elka* zum Elektrolysegefäß geführt wird. Das Milliampèremeter kann direkt für den gegebenen Zweck geeicht werden und gibt dann den %-Gehalt an Kohlensäure in den Gasen an. Der Milliampèremeterzeiger kann die Analyse auch laufend auf einem Bände, das von einem Uhrwerk geleitet wird, aufschreiben, außerdem kann es dazu dienen, durch Kontakte an bestimmten Analysenpunkten, beispielsweise bei zu niedrigem Kohlensäuregehalt, den Rauchschieber anzuziehen, beim Erreichen eines bestimmten höheren Gehaltes ihn zu lösen durch Vermittlung von Elektromotoren *M*₁ und *M*₂, die von einer Batterie oder Dynamomaschine *Bat* aus angetrieben werden können.

Es gibt auch ein empfindliches hydraulisches Relais, welches diese Arbeit leisten kann.

Der Leitfähigkeitsunterschied basiert auf der Zunahme der dissoziierten Salze oder sauren Salze durch die Kohlensäure aus Rauchgasen gegenüber der reinen Sodalösung bei gleicher Menge des Lösungsmittels. Das Verfahren ist so empfindlich, daß Bruchteile von 0,1% bequem abgelesen werden können. Die Methode läßt sich auch auf schweflige Säure, salpetrige Säure, Ammoniak usw. anwenden. [A. 101.]

¹⁾ W e t h a n (Z. f. physikal. Chem. 344 [1905]).