

oxyd sicher nicht zwei freie Valenzen hat, ein Ergebnis, das völlig mit dem Resultat meiner Berechnung von 1920 übereinstimmt¹²⁾. Ich behauptete damals wörtlich: „daß bei Verbrennung von Kohlenoxyd die zwei sog. freien Valenzen nicht frei sind, sondern unter Aufwand der Arbeit 88 kcal losgelöst werden müssen.“ Ein Ergebnis, das nun aus ganz anderer Überlegung und Berechnungen neuerdings hergeleitet worden ist.

Während die Ramanspektren und Bandenspektren uns ein Bild der Kernbewegungen geben, liefern uns die Aufnahmen der Röntgeninterferenzen bekanntlich Unterlagen zur Bestimmung der mittleren Lage der Atome zueinander. Die Röntgenanalyse bestätigte, daß im Diamant und in aliphatischen C—C-Bindungen die Abstände von je zwei C-Atomen die gleichen 1,5 Å sind. Für Äthylenbindungen ist der Abstand kleiner und nur ungefähr 1,4 Å gefunden worden. Auf anderem Wege, aus Bandenspektren, hat Mecke kürzlich den Abstand der beiden C-Atome in Acetylen mit etwa 1,2 Å berechnet¹³⁾. Es versteht sich, daß die lange Exponierungszeit beanspruchenden Röntgenspektren nur einen Mittelwert des Orts der sehr rasch schwingenden Kerne geben. Es erscheint zunächst auffallend, daß die mehrfach gebundenen Atome enger zusammenstehen als die einfach gebundenen, während doch alle Beobachtungen ergeben haben, daß das Molekularvolumen und die Molekularrefractionen durch die Gegenwart von Doppelbindungen, besonders von konjugierten Doppelbindungen und mehr noch von dreifachen Bindungen vergrößert werden. Man muß sich aber vergegenwärtigen, daß die Elektronenhüllen durch die Kernschwingungen ebenfalls in Schwingungen versetzt werden müssen, und da von den Elektronenhüllen das Volumen und die Refractionen abhängen, ist es verständlich, daß diese zunehmen. Es ist daher auch Meckes Ausdruck *Deformations-schwingung* für die besondere Art der Kernbewegung der Doppelbindung gut gewählt.

¹²⁾ Ber. Dtsch. chem. Ges. 1920, 1352.

¹³⁾ Ztschr. physikal. Chem. 1930, 151.

Unsere Vorstellung von den tieferen Ursachen der homöopolaren Molekülbildung ist bekanntlich in den letzten Jahren eine andere geworden. Wie Heitler und London zuerst gezeigt haben, kommen diese Bindungen durch quantenmechanische Austauscheffekte von Schwingungen zustande. Man kann sich ein grobes Bild dieses Effekts machen, wenn man an die Schwingungen denkt, wie sie etwa bei zwei lose gekoppelten Pendeln gleicher Masse und Frequenz nach der klassischen Mechanik auftreten. Vor kurzem hat E. H ü c k e l¹⁴⁾ eine Arbeit über die Anwendung der Wellenmechanik auf die Doppelbindungen C=C, C=O und O=O veröffentlicht. Er gelangt zu dem Ergebnis, daß in diesen eine Bindung als normale Spinvalenzbindung anzusehen ist, während die zweite Bindung von anderer Art sein müsse. Auch über die quantentheoretische Behandlung der Benzolbindungen liegt eine interessante Arbeit von E. H ü c k e l vor¹⁵⁾. Ich kann hier nicht näher auf dieses neue, noch in den Anfängen stehende Gebiet eingehen. Aber zweifellos liegt die Zukunft der Erforschung der Natur aller Bindungen auf diesem Wege.

Das sind in großen Zügen die Phasen, die unsere Vorstellungen über Doppelbindungen im Laufe von 50 Jahren durchgemacht haben. Nochmals muß ich um Verzeihung bitten, daß ich den Gegenstand mehr in Form eines persönlichen Erlebnisses als eines Referats vorgetragen habe. — Für die Zukunft ist die Physik berufen, unsere starren chemischen Bilder lebendig zu machen. Sobald die Physiker die mystische Periode überwunden haben, in der sie heute befangen sind, werden sie die Führung in der Chemie erlangen und uns zeigen, was eine Doppelbindung tatsächlich ist. Als sicheres Ergebnis kann aber heute schon gelten, daß die organischen Doppelbindungen mit besonderen Kernschwingungen verbunden sind. Die Chemiker werden nicht umhin können, diese Tatsache zu berücksichtigen.

[A. 135.]

¹⁴⁾ Ztschr. physikal. Chem. 1930 (60), 423.

¹⁵⁾ Ebenda 1931, (70), 204.

Die Rationalisierung der Laboratoriumsarbeit.

Von Dr. ROBERT EMANUEL SCHMIDT, Wuppertal-Elberfeld.

(Eingeg. 11. August 1931.)

Rationalisieren heißt unter Aufwendung von möglichst wenig Mitteln, Zeit und Arbeit eine möglichst hohe Leistung erzielen.

Auch die Laboratoriumsarbeit kann in diesem Sinne rationalisiert werden. Wenn im folgenden einige Winke gegeben werden, wie sich das erreichen läßt, so ist der Zweck nicht etwa, zu zeigen, wie Chemiker erspart werden können — die Rationalisierungspsychose hat ja auch ihre Kehrseiten — sondern wie der einzelne Chemiker seine Leistungen steigern kann unter gleichzeitiger Erleichterung seiner Arbeit.

Ich denke dabei nicht an Chemiker, wie z. B. Analytiker, bei denen eine regelmäßige Wiederkehr gleicher Arbeiten eine Rationalisierung von selbst mit sich bringt, sondern ich will mich als Beispiel auf die Tätigkeit der wissenschaftlich organisch arbeitenden Chemiker beschränken, wobei auch Fachkollegen, die in anderen Gebieten tätig sind, einige Anregung bekommen dürften.

Die organische Chemie galt ja, als sogenannte Reagensglaschemie eine Zeitlang als veraltet und stand etwas niedrig im Kurs. Sehr mit Unrecht, denn gerade Probleme, welche für die Menschheit von größtem Interesse sind, wie die Ermittlung der Konstitution von Naturstoffen aus Tier- und Pflanzenreich und ihr synthetischer

Aufbau sind nicht mit dem Rechenschieber allein gelöst worden. Auch die Chemie der künstlichen Farbstoffe ist in ihren Grundlagen Reagensglaschemie, und manche wichtige Erfindung hat im Reagensrohr das Licht der Welt erblickt.

Die Chemie ist nicht nur eine Wissenschaft, sie ist auch eine Kunst, genau wie die Chirurgie, die Zahnheilkunde usw. Bei allen diesen Berufen ist daher das Können nicht minder wichtig wie das Wissen. Der Chemiker hat mithin das größte Interesse daran, alle diejenigen Vorkehrungen zu treffen, welche die praktische Ausübung seiner Kunst erleichtern und fördern.

Dieses Postulat ist eigentlich selbstverständlich. Doch zeigt die Erfahrung, daß ihm oft wenig Rechnung getragen wird, ja, ich möchte sagen, daß gewisse Chemiker sich das Arbeiten möglichst unbequem machen. Dies geschieht natürlich nicht mit Absicht, sondern mehr aus Gleichgültigkeit, aus Indolenz und weil der Betreffende die Aufgabe, die Arbeit bequemer, angenehmer und möglichst wenig zeitraubend zu gestalten, sich gar nicht stellt.

Um diesen Zweck zu erreichen, ist es in der Regel gar nicht nötig, teure und komplizierte Vorrichtungen zu schaffen. Meist kommt man mit einfachen Mitteln

und den gebräuchlichen Gerätschaften aus, wenn man es versteht, diese richtig anzuwenden, und gerade darin besteht zum Teil die Kunst des Chemikers. Man denke z. B. nur an Altmeister Bunsen. Daß dabei — wie beim Chirurgen und Zahnarzt — auch die eigene manuelle Geschicklichkeit eine Rolle spielt, ist selbstverständlich, und deshalb soll bei der Ausbildung der jungen Chemiker auf der Hochschule auch diesem Punkte Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Rationalisierung der Arbeit erreicht man durch zweckmäßige Anordnung des Laboratoriums, durch ein geeignetes Instrumentarium und dadurch, daß man seine Versuche mit möglichst wenig Substanz ausführt.

Mit wie wenig Substanz man erschöpfende Untersuchungen — namentlich seit Einführung der Mikroanalyse — machen kann, haben bewundernswerte Arbeiten der neueren Zeit gezeigt, bei welchen sich die betreffenden Forscher als wahre Künstler zu erkennen gegeben haben. Auch der junge Chemiker lernt auf der Hochschule, namentlich bei einer Doktorarbeit mit schwer zugänglichen oder teuren Ausgangsmaterialien, mit geringen Mengen zu arbeiten. Kommt er aber in die Praxis, so verlernt er das leider oft genug. Die Materialien stehen ihm in beliebiger Menge zur Verfügung, er sieht vielfach das schlechte Beispiel von älteren Kollegen, welche nur mit großen Quantitäten arbeiten, und macht es dann ebenso.

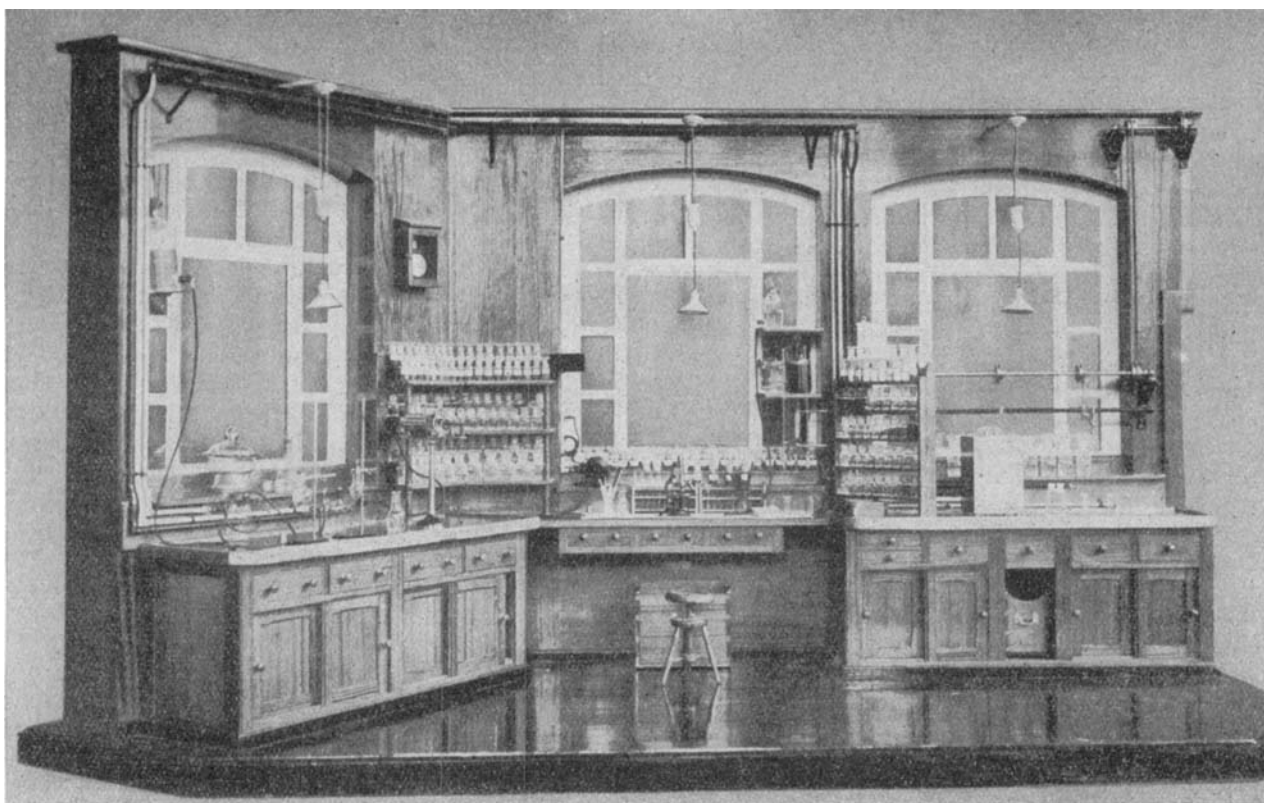
Die Behauptung, daß man bei einem großen Versuch mehr sieht als bei einem kleinen, ist falsch, ich behaupte sogar das Gegenteil. In einem 100 cm³ Becherglas kann man besser beobachten, was vor sich geht, als in einem 5-l-Stutzen, und bei einem kleinen Versuch kann man ebenso gut eine bei einer Reaktion stattfindende Temperatursteigerung feststellen wie bei einem großen.

Von der Materialersparnis abgesehen, welche schließlich in heutiger Zeit auch zu berücksichtigen ist, haben die kleinen Versuche den enormen Vorteil, daß ihre Durchführung und Aufarbeitung — man denke an Erhitzen, Kühlen, Filtrieren, Trocknen usw. — bei gleichem Endergebnis außerordentlich viel weniger Arbeit und Zeit erfordert als ein größerer Versuch mit der 20- bis 100fachen Menge, und diese Zeitersparnis ist ein Hauptmoment bei der „Rationalisierung der Laboratoriumsarbeit“.

Große Versuche sind nur dann notwendig, wenn es sich um Beschaffung von größeren Mengen Material handelt oder um die Ausarbeitung eines Verfahrens für den Betrieb, wobei aber auch über das Ziel hinausgeschossen werden kann.

Was nun die Ausgestaltung des Laboratoriums anbelangt, so muß der junge Chemiker, so lange er im Hochschullaboratorium arbeitet, den ihm zugewiesenen Arbeitsplatz nehmen, wie er ist und wird im allgemeinen nicht viel daran ändern können. Anders ist es, wenn er in die Praxis kommt, wo er die Möglichkeit hat oder auf alle Fälle haben sollte, sich so einzurichten, wie es für seine Arbeit zweckmäßig ist. Er bekommt entweder ein Laboratorium für sich oder in einem großen Laboratorium einen größeren abgegrenzten Raum oder eine „Boxe“ zur Verfügung gestellt. In dem ihm zugewiesenen Raum sollte der Chemiker sich auf alle Fälle einen kleinen persönlichen Arbeitsplatz für die Reagensglasversuche und die Versuche im kleinen Maßstab, also für die eigentliche Forschungstätigkeit, einrichten, einen Platz, an dem er sich so wohl fühlt wie an seinem Schreibtisch zuhause und auf dessen Einrichtung er die nötige Liebe und Sorgfalt verwenden sollte.

Der dazu benötigte Raum ist gar nicht groß. (Mein „persönlicher“ Arbeitsplatz ist z. B. 1,70 m : 0,50 m groß.)



Teil des Privatlaboratoriums von Dr. Robert E. Schmidt in Elberfeld.

Der „persönliche Arbeitsplatz“ befindet sich in der Mitte, auf dem Nebentisch links steht das Spektroskop, auf dem Nebentisch rechts im Kasten das Mikroskop. Gegenüber, in 2 m Entfernung von dem mittleren Arbeitsplatz, also sehr bequem zu erreichen, befinden sich, frei im Raume stehend und von allen Seiten zugänglich, der Abzug und das große, ebenfalls mit Abzug versehene Dampf-Wasserbad mit eingebautem Trockenschrank. — Die Abbildung ist nach einem naturgetreuen Modell angefertigt.

Am besten ein heller Fensterplatz. Alles, was regelmäßig gebraucht wird, in nächster Nähe, möglichst vieles in Reichweite des Armes, das übrige in einer Entfernung von ein bis zwei Schritten. Zu den Gegenständen, die leicht erreichbar sein sollen, um viel benutzt zu werden, gehören z. B. auch ein Mikroskop und ein Spektroskop, die immer gebrauchsfertig sein sollen. Zweckmäßig ist, auf beiden Seiten des Arbeitstisches Regale in stumpfem Winkel anzubringen, auf welchen alle häufig gebrauchten Reagenzien stehen, und zwar die am meisten gebrauchten auf der rechten Seite. Dadurch, daß man alles, was man normalerweise benötigt, in allernächster Nähe hat und, um es heranzuholen, nicht im Laboratorium herumzulaufen braucht, spart man nicht nur Zeit, sondern schützt sich auch vor unnützer Ermüdung.

Zu diesem Arbeitsplatz gehört das entsprechende Instrumentarium, das seinen Zwecken angepaßt und bequem zu handhaben sein soll. Darin wird aber noch viel gesündigt. Wie oft befinden sich die üblichen Reagenzien, von denen man nur einige Tropfen oder wenige Kubikzentimeter, oder nur wenige Milligramm gebraucht, in unhandlichen Flaschen von 250, 500 cm³ oder gar 1 l Inhalt. Flaschen von 100 oder auch von 50 cm³ Inhalt, die leicht und bequem zu handhaben sind, genügen vollständig und nehmen wenig Raum ein. Handelt es sich nur um einige Tropfen einer Flüssigkeit, so benutze ich seit Jahren Tropfenzähler mit einer kugelförmigen Erweiterung (Abb. 1), welche noch zu anderen Zwecken gut zu gebrauchen sind, wie z. B. um aus einer Ätherausschüttelung im Reagensrohr die Ätherschicht sauber abzuheben. Für die meisten Reagensglasversuche genügen Röhren (aus Jenaer Glas) von etwa 12 mm Durchmesser und 140 mm Länge. Daß die Glasstäbe zum Rühren in Reagensröhren und kleinen Bechergläsern diesen in ihren Dimensionen angepaßt sein müssen, erscheint selbstverständlich.



Abb. 1.

Ähnlich verhält es sich mit den Thermometern. Wie oft sieht man einen Chemiker sich mit den üblichen langen Thermometern mit Skala bis 360° in kleinen Bechergläsern oder Kölbchen abmühen. Für alle Zwecke sind sehr zu empfehlen kleine leichte Thermometer mit Milchglasskala von -20 bis +100° oder von 100° bis 200° usw., wobei es sehr zweckmäßig ist, daß die Skala erst etwa 4 bis 6 cm über dem Quecksilberbehälter beginnt, so daß sie beim Arbeiten in dunkelgefärbten Flüssigkeiten nicht verdeckt wird. Derartige handliche und bequeme Thermometer sind nicht teurer als die gewöhnlichen, im Gebrauch aus verschiedenen Gründen, wie z. B. viel geringerer Bruchgefahr, sogar billiger.

Das sind nur einige Beispiele. Jeder Chemiker, der, wie der Chirurg oder Zahnarzt, darauf bedacht ist, sein Handwerkszeug für seinen Gebrauch rationell zu gestalten, wird dabei so viele Vorteile finden, daß er auch keine Bedenken haben wird, dabei gegen etwa bestehende „Normen“ zu verstoßen.

Als weitere Beispiele möchte ich an dieser Stelle nur noch auf einige von mir gebrauchte Einrichtungen hinweisen, welche immer den Beifall der Fachkollegen, die mich besuchten, gefunden haben.

Seit 30 Jahren gebrauche ich keine Spritzflasche mehr, sondern folgende Vorrichtung (Abb. 2). Etwa 1,20 m über dem Arbeitstisch befindet sich auf einem Brettchen eine tubulierte Flasche von 2 l Inhalt mit destilliertem Wasser, oben durch ein mit Watte gefülltes Chlorcalciumrohr vor Staubeintritt geschützt. Am Tubus unten befindet sich ein weicher Gummischlauch von etwa 1,90 m Länge mit einer ausgezogenen

Glasspitze. Dicht vor dieser sitzt auf dem Schlauch ein gut federnder Quetschhahn. Diese Einrichtung ist nicht nur appetitlicher, sondern auch viel bequemer als die alte Spritzflasche.

Da ich sehr oft, am Tage hunderte Mal, für Reagensglasversuche kleine Mengen konzentrierter Schwefelsäure und Lösung von Borsäure in konzentrierter Schwefelsäure brauche, habe ich ähnliche Einrichtungen dafür getroffen, deren Einzelheiten sich aus Abb. 3 ergeben.

Es kommt sehr oft vor, daß man im Reagensrohr einen Versuch längere Zeit auf eine bestimmte Temperatur erhitzen will, was in der Regel in einem Öl- oder Glycerinbad geschieht. Statt dessen erhitze ich die Reagensgläser im Dampf einer konstant siedenden Substanz. Diese — 10 bis 20 cm³ — befindet sich mit einigen Siedesteinen in einem weithalsigen Rundkolben (Abb. 4), an dessen Hals ein Steigrohr angeschmolzen ist. Das Reagensrohr wird durch einen Korkstopfen in den

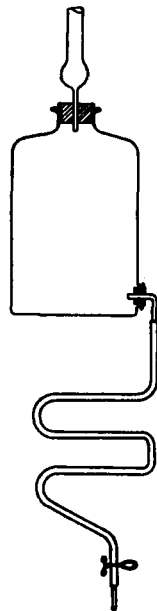


Abb. 2.

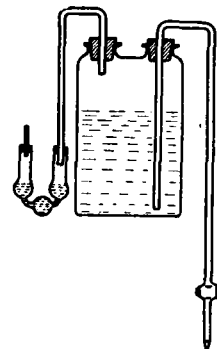


Abb. 3.

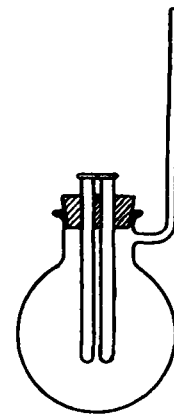


Abb. 4.

Kolben eingehängt und die Flüssigkeit mit einem kleinen Brenner zum Sieden erhitzt, so daß die Dämpfe eben bis ins Steigrohr gelangen. Man kann so den Inhalt des Reagensglases beliebig lange Zeit auf konstante Temperatur erhitzen, ohne daß man sich sonst darum zu kümmern braucht. Dabei hat man den Vorteil, den Vorgang im Reagensrohr gut beobachten zu können, was bei einem Ölbad kaum möglich ist. Man kann, für Vergleichsversuche, auch zwei oder drei Reagensröhren im gleichen Kolben nebeneinander erhitzen. Als Substanzen zur Erzielung einer bestimmten Temperatur kann man z. B. verwenden: Chlorbenzol (Kp. 132°), Brombenzol (Kp. 155°), Anilin (Kp. 184°), Nitrobenzol (Kp. 209°), Diphenylamin (Kp. 310°). Hat man öfter derartige Versuche zu machen, so hält man sich eine Anzahl Kolben mit den verschiedenen Heizsubstanzen beschickt, mit gleicher Halsweite und den durchbohrten Korken ein für allemal vorrätig, so daß die Versuche im Handumdrehen angesetzt werden können. Dadurch wird man auch veranlaßt, viel öfter derartige Versuche zu machen. Dieser „Schmidt-Kolben“, wie er hier heißt, und den ich bei gelegentlichen Vorträgen schon vorgeführt habe, leistet ausgezeichnete Dienste. Man kann damit auch größere, präparative Versuche z. B. bis zu 100 cm³ ansetzen, wenn man einen entsprechend größeren Kolben mit weiterem Einsatz verwendet.

Auch kleine Einschmelzröhren kann man in dieser Weise erhitzen. Sie werden dann der Sicherheit halber in ein entsprechend konstruiertes Kupferrohr geschoben,

das wie das Reagenrohr in den Heizdampf eingehängt wird.

Eine sehr zweckmäßige Vorrichtung zum Verhindern des Umkippens kleiner Bechergläser, besonders wenn diese in Eis gekühlt werden müssen, ist das von Laborant A. H o r s t konstruierte aus Messing verfertigte

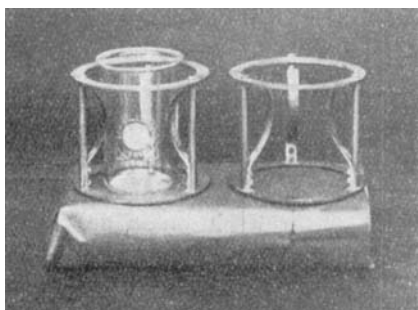


Abb. 5.

Gestell (Abb. 5), bei welchem das Becherglas durch drei gebogene federnde Streifen aus Silberstahl festgehalten wird.

Die obigen Ausführungen dürften vollauf genügen um zu zeigen, wie ich die Rationalisierung der Laboratoriumsarbeit auffasse und welche großen Vorteile sich daraus ergeben. Aber auf einen sehr wichtigen Punkt möchte ich noch hinweisen, das ist das psychologische Moment, das bei Forschungsarbeiten eine viel größere Rolle spielt, als manche wohl denken.

Es ist nicht zu bestreiten, daß die Freude am Arbeiten und die Lust, Versuche anzustellen, außerordentlich erhöht wird, wenn man dabei möglichst wenig Unbequemlichkeiten und Hemmungen hat. Der Arbeitsplatz soll zu seiner Benutzung förmlich einladen und

man soll sich daran mit dem gleichen Vergnügen setzen wie an einen hübsch hergerichteten und garnierten Frühstückstisch. Man macht dann manchen Versuch, oft aus bloßer Neugierde, den man unterlassen würde, wenn er mit irgendwelchen, wenn auch geringen Unbequemlichkeiten verbunden wäre. So wird der Versuch aber doch angestellt, weil man sozusagen nur „auf den Knopf zu drücken braucht“, und er kann mitunter von ungeahnter Tragweite sein. Ein solcher einfacher Reagensglasversuch war es z. B., der mich zur Erschließung der wichtigen Farbstoffgruppe der Arylaminoanthrachinone (DRP. 86 150) geführt hat.

Und endlich möchte ich noch darauf hinweisen, daß das Arbeiten in meinem Sinne an einem gut und nett eingerichteten Laboratoriumsplatz das beste Mittel ist — viel besser als alle Tabletten und Elixire — um seelische Verstimmungen und Depressionen, die in heutiger Zeit ja besonders häufig sind, zu überwinden. Auch da spreche ich aus eigener Erfahrung.

Sich so einzurichten, wie ich es skizziert habe, macht wirklich keine große Arbeit. Man muß anfangs einige wenige Tage darauf verwenden, im Laufe der Zeit stellen sich weitere kleine Verbesserungen von selbst ein. Den Nutzen davon hat man aber sein Leben lang.

Nun kann man noch fragen, was haben die obigen Ausführungen mit dem 70. Geburtstag von Geheimrat Duisberg zu tun? Die Antwort ist einfach. Carl Duisberg hat, bei seinem hervorragenden Talent und seiner ausgesprochenen Lust zum Organisieren doch nie die Individualität unterdrückt und sie in der Organisation ersticken lassen. Er förderte vielmehr alle diejenigen Bestrebungen, welche die Laboratoriumsarbeit durch Rationalisierung begünstigten, auch wenn dabei nicht alles den üblichen durch die Organisation geschaffenen Normen entsprach. [A. 138.]

Zur Theorie der Schwefelsäure-Kammerreaktion.

Von Prof. Dr. W. J. MÜLLER,

Institut für chemische Technologie anorganischer Stoffe an der Technischen Hochschule Wien.

(Eingeg. 17. Juni 1931.)

Ein Blick auf die neuerdings erschienene ausgezeichnete Zusammenstellung der Theorien über die Schwefelsäurebildung in Bleikammersystemen von Waeser¹⁾ zeigt, daß trotz vielfältiger Bemühungen eine Theorie der Bleikammerreaktion, wie wir sie kurz nennen wollen und worunter wir den Gesamtkomplex aller Reaktionen verstehen, bei welchen die Oxydation der schwefligen Säure unter Zwischenwirkung von Wasser und Stickoxyden erfolgt, noch nicht geschaffen wurde. Es erscheint daher nicht unnütz, einige Überlegungen zu diesem Thema zur Diskussion zu stellen.

Der Ausgangspunkt zu diesen Überlegungen ist die allgemein bekannte Tatsache, daß in der Entwicklung der Kammerverfahren jede Maßnahme, welche eine innigere Berührung der Gase mit der Flüssigkeit bewirkte, eine Intensivierung der Reaktion im System zur Folge hatte. Das zeigt sich besonders schlagend in einer Tabelle von Waeser-Lunge²⁾, in welcher die Steigerung der Leistung eines Systems pro Kubikmeter Raum im Kilogramm 60° Säure ausgedrückt ist.

In alten Kammern	3,2—4,0
„ Intensivsystemen mit Zwischentürmen	7,5
„ Falding-Kammern um	8,8
„ Moritz-Kammern	10—11

¹⁾ Waeser-Lunge, Handbuch der Schwefelsäurefabrikation, Bd. II, S. 1158 ff. ²⁾ L. c. Bd. II, S. 1153.

In Pratt-Kammern	10,5
„ Martin-Kammern	19,2
„ Mills-Packard-Kammern	21,2
„ Gaillard-Kammern	21,5—25,7
„ Dior-Kammern	34,3
„ Larison- (pached cell-) Kammern	64,4
„ Opt-Türmen	30
„ Petersen-Türmen (Kunigundenhütte)	über 400*)
„ Schmiedel-Klencke-Walzenkästen	200—300

*) Diese Zahl beruht wohl auf einem Irrtum.

Diese Tatsache weist ohne weiteres darauf hin, daß die Reaktion in derartigen Systemen entweder beim Übergang aus der gasförmigen in die flüssige Phase oder in der flüssigen Phase selbst stattfindet.

Für die Bildung der Schwefelsäure in Turmsystemen hat G. A. Perley³⁾ schon ähnliche Annahmen gemacht, er glaubt aber, daß in den Kammersystemen⁴⁾ die Reaktion hauptsächlich auf den langsam verlaufenden Reaktionen in der Gasphase beruhe.

Zu einem ähnlichen Resultat führt die Diskussion der Kammerreaktion auf Grund der phasentheoretischen Einteilung technologisch wichtiger Reaktionen, welche in

³⁾ G. A. Perley, Ind. Engin. Chem. 1929, S. 202.

⁴⁾ Waeser-Lunge, Handbuch der Schwefelsäurefabrikation, Bd. II, S. 1005.