

Ähnlich der Einwirkung von wässrigem Ammoniak auf gereinigte Cellulose verlief auch die Einwirkung auf vorher mit Natronlauge gequollene Cellulose. Nur wurden hierbei bei 100° und besonders bei 140° die Kupfer-, Cellulose- und Hydrolysierzahlen erniedrigt, was die bekannte Tatsache bestätigt, daß heiße Alkalien eher entquellend als quellend wirken. Der Stickstoffgehalt der erhaltenen Cellulose war nur ganz unwesentlich in der zweiten Dezimalen erhöht.

Ebenso hatte auch die Einwirkung von Chlorcalciumammoniak auf gereinigte und gequollene Cellulose keine Erhöhung des Stickstoffgehaltes der Cellulose zur Folge, wie sie Vignon gefunden haben will. Lediglich reicherten sich Aschenbestandteile in der Faser an. Färbversuche mit Säurefarbstoffen auf mit Chlorcalciumammoniak beladenen Fasern ergaben wirklich tiefere Farbtöne als auf unbehandelten Fasern. Es hatten sich aber dabei die Calciumsalze dieser Farbstoffe in der Faser gebildet, die Vignon sicherlich ebenfalls erhalten hat. Nur führte Vignon diese Erscheinung auf chemische Bindung zwischen seinen angenommenen Aminogruppen in der Cellulose und dem Farbstoffmolekül zurück. Der hohe Stickstoffgehalt der Vignonschen Cellulose kann nur auf eine Beladung mit Ammoniumchlorid zurückgeführt werden, das beim schnellen Waschen der mit Ammoniak oder Chlorcalciumammoniak behandelten Cellulose in verdünnter Salzsäure entstanden war.

Die reinigende Wirkung von konzentriertem (22%igem) Ammoniak auf Rohbaumwollcellulose erwies sich als geringer als die Wirkung von 1%iger Natronlauge bei 100°. Ammoniak vermochte nur einen Teil des Baumwollfettes und Wachses zu lösen. Nur  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$  der von 1%iger Natronlauge gelösten alkalilöslichen Cellulose wurde von 22%igem Ammoniak bei 100° gelöst. Dagegen sank der Stickstoffgehalt der Cellulose bei einer Behandlung mit Ammoniak bei 100° (0,05%) fast auf den mit Natronlauge erreichten Wert (0,02—0,03%). Die sinkenden Kupfer-, Cellulose- und Hydrolysierzahlen sind nur auf das Verschwinden anderer als celluloseartiger Substanzen, insbesondere Fett und Wachs, zurückzuführen.

Es zeigte sich nämlich, daß bei der Einwirkung von 22%igem Ammoniak auf fett- und wachsfreie Rohbaumwollcellulose bei 100° diese Zahlen in keiner Weise geändert wurden. Der Stickstoffwert war auch hier wieder auf 0,05% gesunken, und ebenfalls wurde der Furfurolwert erniedrigt. Daraus ließ sich folgern, daß die in der Rohbaumwollcellulose enthaltene alkalilösliche Cellulose die Kupfer-, Cellulose- und Hydrolysierzahlen nicht erhöht, daß sie selbst die gleichen Konstanten wie die unlösliche Cellulose haben muß: aber daß sie bei der Destillation mit Salzsäure mehr Furfurol liefert als unlösliche Cellulose, was auch schon Heuser<sup>13)</sup> gefunden hat.

Während mit konzentriertem Ammoniak (22%ig) unter keiner Bedingung — auch bei niederen Temperaturen nicht — eine Quellung der Cellulose eintrat, war eine erhebliche bleibende Quellung der Cellulose in flüssigem Ammoniak bei —33 bis —35° festzustellen. Dabei fand, im Gegensatz zur Quellung mit starker Natronlauge, kein Abbau der Cellulose statt, wie ein Vergleich der den chemischen Angriffsgrad wiedergebenden korrigierten Kupferzahlen (Kupferzahl minus Cellulosezahl) ohne weiteres erkennen läßt. Die korrigierte Kupferzahl der mit starker Natronlauge gequollenen Cellulose betrug 0,635 gegenüber dem niedrigen Wert von 0,166 für die mit

flüssigem Ammoniak gequollene Cellulose, der sich vollkommen auf der Höhe der bei den gereinigten Cellulosen gefundenen Werte (0,1—0,25) hält und wohl nichts anderes als die Differenz zwischen heiß und kalt von der Faser adsorbierter Fehlingscher Lösung darstellen wird. Der durch die korrigierte Hydrolysierzahl ausgedrückte Quellungsgrad der mit flüssigem Ammoniak behandelten Cellulose zeigte den Wert 4,464 gegenüber 5,168 für mit Natronlauge gequollene Cellulose und durchschnittlich 2,68—2,71 für gereinigte, ungequollene Cellulose. Der Stickstoffgehalt war praktisch nicht erhöht worden. Worauf diese Quellungserscheinung zurückgeführt werden kann, ist schwer zu erklären. Ob die Quellung an eine Additionsverbindung zwischen Cellulose und Ammoniak geknüpft ist, wie man das bei der Quellung mit Natronlauge und anderen Alkalihydroxyden annimmt, muß dahingestellt bleiben. Es wäre auch möglich, daß bei dem außerordentlich starken Adsorptionsvermögen der Cellulose gegenüber trockenem Ammoniak und besonders bei der tiefen Temperatur des flüssigen Ammoniaks die Faser nur unter Aufblähen diese großen Ammoniakmengen aufnehmen kann, daß also unter Volumenvergrößerung das Ammoniak in der Faser gleichsam gelöst wird und auch nach dem Auswaschen des Ammoniaks diese Volumenvergrößerung bleibt. — Mit diesen Befunden wird nun nicht nur die Theorie von der chemischen Unversehrtheit der mit starker Natronlauge gequollenen Cellulose angegriffen, gegen die ja auch die bei den röntgenspektrographischen Arbeiten von Katz<sup>14)</sup> gefundenen Gittervergrößerungen schon sprechen, sondern es wird andererseits auch die von Heuser<sup>15)</sup> vertretene Ansicht in Frage gestellt, daß die Quellung eine Ionenreaktion sei. Hier wurde jedenfalls eine Quellung ohne Ionenreaktion erhalten.

Die Bestimmung der Hydrolysierzahlen wurde durch eine kleine Verbesserung an dem Kupferzahlbestimmungsapparat von Schwalbe insofern einwandfreier gestaltet, als damit eine ohne Zeitverlust bei laufendem Rührwerk vorzunehmende genaue Neutralisation der zur Hydrolyse der Cellulose erforderlichen Schwefelsäure erreicht wurde. Durch diese Verbesserung wurde andererseits auch die mit der Handhabung des Apparats verbundene Bruchgefahr stark vermindert. —

Die vorliegende Untersuchung wurde unter Leitung von Geh. Rat Prof. Dr. A. Liehne ausgeführt.

[A. 170.]

## Die Chemiestudierenden und ihr Studium.

Von ALFRED STOCK, Berlin-Dahlem.

(Eingeg. 28./11. 1925.)

Vor einigen Monaten fand in Berlin die 7. Hauptversammlung des Verbandes der Chemikergesellschaften an den deutschen Hochschulen statt. Der Verband, eine Fachgruppe der deutschen Studentenschaft, umfaßt gegen 4500 Mitglieder. Soweit die Verhandlungen allgemeinere Dinge und nicht innere Verbandsangelegenheiten betrafen, habe ich mit einigen anderen Vertretern der Dozentenschaft und mit dem Generalsekretär unseres Vereins daran teilgenommen. Wir hörten ausführliche Referate über „Ziele des chemischen Hochschulstudiums“ und „der Chemiker im Berufsleben“ und über „Studium des Chemikers an Universität und Technischer Hochschule“.

<sup>14)</sup> Katz, Z. Elektroch. 1925, S. 105; Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 3, 371 [1924].

<sup>15)</sup> Heuser, Cellulosechemie VI (1925), S. 19 ff.

<sup>13)</sup> Heuser, Cellulosechemie V (1925), S. 51.

Vorträge und Aussprache, von idealem Geiste getragen und alles andere als umstürzlerisch, unterstrichen die Notwendigkeit eines engen Zusammenarbeitens mit der Dozentenschaft und einer organischen Fortentwicklung der bestehenden Unterrichtseinrichtungen. Grundsätzlich Neues boten sie kaum. Einige Anregungen, Klagen und Wünsche, die weitere Kreise interessieren können, seien hier besprochen.

Lebhaft wurde darüber geklagt, daß die Chemiestudierenden nicht nur unter äußeren, materiellen Schwierigkeiten, sondern auch unter einer „inneren Not“ leiden, daß die Sehnsucht der jungen Leute nach Entwicklung der Persönlichkeit und des Charakters, nach Verbreiterung der allgemeinen Bildung, nach Förderung des eigenen Denkens und Schaffens auf der Hochschule nicht immer erfüllt werde.

Was den letzten Punkt angeht, so liegt es damit wohl so: Wem die Natur die Gabe zu selbständigem Denken und Schaffen nun einmal nicht verliehen hat, dem kann auch die Hochschule nicht viel helfen. Und jene Klage der Studierenden beweist wiederum nur, was alle Einsichtigen längst wissen und bedauern, daß zu viele Unberufene Chemie studieren und unter dem Mißverhältnis zwischen ihrem Wollen und Können leiden. Nur der naturwissenschaftlich Begabte, d. h. wer beobachten und das Beobachtete selbständig geistig verarbeiten kann, darf und soll Chemie studieren. Dies kann man nicht oft genug wiederholen. Es ist der einzige Ausweg aus der „Not der Chemiker“, der inneren wie der äußeren. Man sollte es mit Riesebuchstaben in den Primen unserer höheren Lehranstalten, besonders der Oberrealschulen, an die Wand malen, damit es den Schülern — und Lehrern! — deutlich vor Augen steht. Das Können macht den Chemiker, nicht das Kennen. Ein reiches Wissen ist ohne Zweifel ein treffliches Werkzeug. Aber der Erfolg des Chemikers, in der Industrie wie in der Wissenschaft, hängt allein von der Befähigung zum eigenen Beobachten und zum selbständigen Schaffen ab. Dies gilt auch für die scheinbar einfachste, z. B. analytische Tätigkeit, wo durch Unreinheit der Reagentien und dergleichen plötzlich Schwierigkeiten auftauchen können, deren Überwindung einen ganzen Chemiker verlangt; in noch höherem Maße natürlich dort, wo es sich um die Ausarbeitung neuer chemischer Verfahren oder um die Durchdringung von „Werkmeister“- und „Rezept“-Industrien mit dem Geiste der Wissenschaft handelt. Der nicht genügend begabte Chemiker — mag er noch so fleißig sein — nützt, wo man ihn auch hinstellt, nicht nur nichts, sondern schadet seinen Aufgaben, seiner Firma und der Sache der Chemie. Wir Hochschuldozenten und „Doktorväter“ wissen genau, wie es selbst unter den heutigen traurigen wirtschaftlichen Verhältnissen nicht allzu schwer fällt, einem begabten jungen Chemiker zu einer Stellung in der Industrie zu verhelfen. Aber andererseits auch, daß es unmöglich ist, Leute unterzubringen, die man nicht mit gutem Gewissen empfehlen kann. Aus solchen besteht ein großer Teil der stellenlosen Chemiker. Diesen ist nicht zu helfen, so sehr man es menschlich bedauern muß. Sie hätten nicht Chemie studieren dürfen. Ihr Schicksal muß alle jungen Leute, die sich dem Studium der Chemie widmen wollen, zu strengster Selbstprüfung veranlassen.

Diese Selbstprüfung hat sich auch darauf zu erstrecken, ob man imstande und willens ist, die schweren Anforderungen des Chemiestudiums auf sich zu nehmen. Damit kommen wir zu dem anderen Teile der „inneren Not“ der Chemiestudierenden, den Klagen über die unzureichende Entwicklung der Persönlichkeit und der allge-

meinen Bildung. Es ist nicht zu leugnen, daß der junge Chemiker in dieser Hinsicht schlecht daran ist. Das Laboratorium mit seiner vielfach handwerksmäßigen Kleinarbeit, seiner oft unerquicklichen, ermattenden Luft hält ihn von früh bis spät, tagaus, tagein gefangen, weit mehr noch als die Studierenden anderer naturwissenschaftlicher Fächer. Die Chemie ist nun einmal nicht allein Wissenschaft, sondern zum großen Teile Kunst und Handwerk, und wird es trotz aller theoretisch-mathematischen Weiterentwicklung bleiben. Sie muß es auch bleiben, schon im Hinblick auf die Bedürfnisse der wirtschaftlich so wichtigen chemischen Industrie. Das Leben des Experimentalchemikers ist zum großen Teile ein aufreibender Kleinkampf mit Präparativem, Analytischem, Apparativem; die Beherrschung der Theorie, der kühne Gedankenflug allein genügen dafür nicht. So sind die Chemiestudierenden gegenüber allen anderen Studierenden benachteiligt, indem sie wenig Zeit finden, um auch die Dinge außerhalb des Faches zu treiben, die ihre übrigen Gaben, die Persönlichkeit und die allgemeine Bildung zu fördern geeignet sind.

Eine weitere Wurzel der Klagen ist wohl auch — dies bestätigten mir verschiedene Leiter von Hochschulinstituten — der Umstand, daß ein großer Teil der Studierenden jetzt aus der Familie nicht so viel an allgemeiner Bildung mitbringt wie früher, als die überwiegende Mehrzahl einem bürgerlichen Kreise entstammte, der heute vielfach nicht mehr in der Lage ist, den Söhnen und Töchtern das Studium zu ermöglichen, am wenigsten das teure Studium der Chemie.

Ausführlich wurde auch über die Zweckmäßigkeit der Vorbildung gesprochen, die unsere höheren Schulen geben. Gymnasium und humanistische Bildung fanden ihre Lobredner. Weniger gut kam die Oberrealschule weg. „Kein Fachspezialistentum auf der Schule!“ Diese Auffassung der Studierenden deckt sich durchaus mit derjenigen der Dozenten. Wie oft ist z. B. im Kreise des Verbandes der Laboratoriums-Vorstände ausgesprochen worden, daß das Verhältnis von Eignung zur Zahl günstiger bei den vom Gymnasium kommenden Chemiestudierenden ist als bei den Oberrealschul-Abiturienten. Nun darf natürlich nicht vergessen werden, daß der Gymnasialabiturient, der sich zum Studium der Chemie entschließt, meist für die Chemie besonders interessiert und begabt ist. Auch, daß gerade diejenigen Familien, die ihren Kindern aus dem Elternhause geistige Gaben und Anregungen mitgeben können, auch heute noch vielfach ihre Söhne mit Vorliebe dem Gymnasium zuführen.

Doch dies allein erklärt noch nicht, warum die Oberrealschüler verhältnismäßig wenig gut abschneiden. Wer eine große Zahl Chemiestudierender ausgebildet hat, kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß die straffe, logische Schulung des Gymnasiums die Schüler im allgemeinen gründlicher zum folgerichtigen, in die Tiefe dringenden Denken erzieht. Dies gilt natürlich nur im großen Durchschnitt. Selbstverständlich gibt es auch an den Realanstalten Lehrer, die dasselbe gute Ergebnis durch naturwissenschaftlichen Unterricht erzielen. Zweifellos aber ist dieser, mit seinen neuen, so vielseitigen, überall mit dem Leben verknüpften, in vollster Entwicklung begriffenen und vielfach von der Wissenschaft noch nicht voll geklärten Lehrgegenständen, weit schwieriger als bei dem in langer Erfahrung gefestigten, dem Wechsel weniger unterworfenen humanistischen Unterricht. Der ausgezeichnete Lehrer wird hier wie dort vollen Erfolg haben. Der Durchschnittslehrer hat im naturwissenschaftlichen Unterricht größere Schwierigkeiten zu überwinden (auch durch das Hinzutreten des Experimentierens) als im philologischen und wird deshalb häufiger die letzten pädagogischen Ziele nicht erreichen.

Die Breite, in der die Chemie an unseren Oberrealschulen getrieben wird, ist oft kein Gewinn für den Chemiestudierenden. Manche jungen Leute, die die Oberrealschule durchgemacht, sich dort viel chemisches Wissen angeeignet haben und nun eine Hochschule beziehen wollen, ohne doch rechten inneren Drang zu einem Fache zu spüren, studieren Chemie, weil ihnen dies als das Bequemste erscheint. Dabei fehlt es ihnen an der besonderen chemischen Begabung zum Beobachten und eigenen Schaffen, und sie sind von vornherein dazu verurteilt, dereinst die Zahl der unzufriedenen, stellenlosen Chemiker zu vergrößern, auch die Zahl derjenigen, die sich über den Mangel an allgemeiner Bildung beklagen. Denn es ist vom Übel, wenn die Schule dem Menschen gerade das so reichlich gibt, womit er sich ohnehin beim späteren Studium beschäftigen muß. Chemie im Übermaß auf der Schule, Chemie auf der Hochschule muß zu Einseitigkeit führen. Für den Chemiker ist die heute im Kampf um die höhere Schule oft erörterte Frage: Allgemeinbildung oder Vorbereitung zum Hochschulstudium? dahin zu beantworten, daß ihm die Schule keine bessere Vorbereitung zum Hochschulstudium geben kann als eine möglichst gute Allgemeinbildung. Darum die Zufriedenheit der ehemaligen Gymnasiasten, obwohl das Gymnasium die Chemie so stiefmütterlich behandelt. Zweifellos zu stiefmütterlich! Denn es ist ein unerträglicher Zustand, daß die Chemie an unseren Gymnasien, auch nach der neuen preußischen Schulreform, von Untersekunda an im Lehrplan überhaupt nicht mehr erscheint. Dies muß geändert werden, schon allein, damit das Schülermaterial der Gymnasien für das Chemiestudium besser ausgeschöpft wird. Denn — mag über Stellenlosigkeit der Chemiker geklagt werden — an wirklich guten Chemikern ist stets Mangel.

Was hier über das Verhältnis von Schule und Hochschulstudium für den Chemiker gesagt wurde, gilt übrigens ebenso für andere Fächer. Für die Studierenden der Rechtswissenschaft z. B., die auf der Hochschule von den Naturwissenschaften, von Technik und Industrie nichts oder fast nichts mehr hören und vom Leben doch so oft mit diesen Dingen in Berührung gebracht werden, wäre die Vorbildung durch eine Realanstalt oft zweckmäßiger als durch das Gymnasium. Zur „Kulturkunde“, diesem Lieblingswort der neuesten Schulreform, gehört heutzutage nicht allein das Sprachliche, Geschichtliche, Geisteswissenschaftliche, sondern auch ein Begriff vom Naturwissenschaftlichen, von Technik und Wirtschaft.

Auch die Lehrer der höheren Schulen müssen sich über diese Verhältnisse klar sein. Sie dürfen beim Unterricht nicht den Ehrgeiz haben, das Hochschulstudium im einzelnen vorbereiten oder gar ersetzen zu wollen. Multum, non multa! Gerade in heutiger Zeit, da die Lehrgegenstände immer mehr anschwellen, die Zahl der Unterrichtsstunden dagegen zur Verringerung neigt, heißt es: Beschränkung im Unterrichtsstoff, aber volles Verständnis des Behandelten. Wir naturwissenschaftlichen Hochschullehrer können uns nichts Besseres wünschen, als daß unsere Studierenden auf der Schule beobachten, naturwissenschaftlich denken und den Dingen auf den Grund gehen lernen. Auf das mitgebrachte Fachwissen kommt es beim Studium wirklich viel weniger an.

Verschiedene Wünsche der Chemikerschaften betrafen den Unterricht an den Hochschulen. In einzelnen Instituten seien die Assistenten zu sehr mit ihren Dissertationsarbeiten beschäftigt und kümmerten sich zu wenig um die Praktikanten. Überhaupt ersehne man an manchen Orten stärkere Fühlung mit den Dozenten. Als Mittel hierfür wurde empfohlen, den kleineren

Spezialvorlesungen möglichst Kolloquien anzugliedern, in denen das Verständnis vertieft und Fragen gestellt werden können.

Gegenüber der in letzter Zeit, so auch auf der Nürnberger Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker, recht laut geäußerten Forderung, die Hochschulen sollten den Studierenden schon möglichst viele technische Sonderkenntnisse übermitteln, wurde von allen Rednern betont, daß die allgemein wissenschaftliche Ausbildung, mit der Doktorarbeit als Kernstück, unter allen Umständen die Grundlage unseres akademischen Chemiestudiums bleiben muß. Jeder Einsichtige, der erkannt hat, worauf die Stärke unserer Industrie beruht, muß dem zustimmen. Daß es von Nutzen ist, wenn der Studierende nebenher von technischen Dingen, von Maschinen, Wärmewirtschaft, Betriebslehre, Fabrikbau, Verkehrswesen, Volkswirtschaft und dergleichen hört, ist selbstverständlich. An den meisten Technischen Hochschulen bietet sich hierfür Gelegenheit. Die Studierenden der Technischen Hochschulen empfinden es auch angenehm, daß sie bei Beginn ihres Studiums durch Lehrpläne über die Vorlesungen und Übungen beraten werden. An manchen Universitäten haben die Chemikerschaften für diesen Zweck Beratungsstellen eingerichtet. Doch scheint deren Benutzung nicht überall den Erwartungen zu entsprechen.

Was die Prüfungen anbelangt, so wünschte man größte Höhe der Anforderungen, selbst auf Kosten einer Verlängerung der Studienzeit. Diese bemerkenswerte Tatsache läßt vermuten, daß die Anforderungen mancherorts nicht hoch genug sind. Der berechtigte Wunsch, die Zeit während der Anfertigung der Doktorarbeit nach Möglichkeit von der Vorbereitung auf Prüfungen dadurch zu entlasten, daß Nebenprüfungen, wie in Physik oder Technologie, aus der Doktorprüfung in die Verbandsprüfung verlegt werden, wird sich an den Universitäten schwerlich erfüllen lassen, weil dafür eine grundsätzliche Änderung der Fakultätssatzungen und Prüfungsordnungen nötig wäre. Das Prüfungsverfahren der Technischen Hochschulen, bei dem die Nebenfächer in der Diplomprüfung erledigt werden und die Doktorprüfung nur der Chemie selbst gilt, trägt jenem Verlangen ja bereits Rechnung.

Gegen die zwangsmäßige Philosophieprüfung beim Doktorexamen, die zur Zeit der Sitzung z. B. noch an der Universität Berlin bestand, wurde heftiger Widerspruch laut, wie er auch schon in einer Eingabe der Berliner Chemikerschaft an die Philosophische Fakultät zum Ausdruck gekommen war. Die Philosophische Fakultät der Berliner Universität hat ihre Prüfungsordnung inzwischen so geändert, daß die Philosophieprüfung im Doktorexamen bei denjenigen Prüflingen fortfallen kann, die sich im Laufe ihres Studiums (frühestens nach dem vierten Semester) einer einfacheren Vorprüfung in Philosophie unterzogen haben.

Hoher Wert wird von den Chemikerschaften auf das Zusammenarbeiten mit den anderen Berufsvereinigungen, vor allem mit den Bezirksvereinen des Vereins deutscher Chemiker gelegt. Die Vertreter von Braunschweig, Dresden und Leipzig rühmten das Entgegenkommen der dortigen Bezirksvereine, die durch Veranstaltung von Besichtigungen, von Sondervorträgen und -kursen für die Bedürfnisse der Chemiestudierenden sorgten. Die jungen Leute empfinden es dankbar, daß sie Gelegenheit haben, ältere Fachgenossen persönlich kennen zu lernen und sich von ihnen beraten zu lassen. Man wünschte sehr, daß recht viele Bezirksvereine diesen guten Beispielen folgen.