

PAUL JANNASCH.

I.

In Deutsch-Ossig bei Görlitz wurde am 2. Oktober 1841 Paul Erhard Jannasch als der Sohn eines Gutsbesitzers geboren. Über seine Jugendzeit haben wir nur spärliche Nachrichten. Altersgenossen aus dieser Zeit sind kaum noch am Leben, und die jetzt noch lebenden Freunde, von denen ich P. Jacobson und K. von Auwers für freundliche Unterstützung bei Abfassung dieser Skizze herzlichst danke, sind alle erst in späterer Zeit, als Jannasch schon im Mannesalter stand, mit ihm in Berührung gekommen. Er scheint auch selbst nicht viel aus seiner Jugendzeit erzählt zu haben, nur auf seine »rein wendische« Abkunft war er besonders stolz und betonte sie häufig, so daß er in der heiteren Tafelrunde, der »Cochlearia«, der er später in Göttingen angehörte, den Beinamen »der Wendenfürst« erhielt. Wir wissen nur, daß er die Jugendjahre auf dem Lande verlebte, mit älteren Brüdern und einer Schwester zusammen, und aus dieser Zeit stammt wohl auch schon die Freude an der Natur und an dem Leben auf dem Lande. Hier fand er die ersten Anregungen zur Beobachtung von Wolken, Wind und Wetter, die sein späteres Interesse für meteorologische Beobachtungen und Wetterprognosen erklären, und beim Durchstreifen von Feld und Wald lernte er die Pflanzen- und die Vogelwelt der Heimat gründlich kennen.

Das Landleben erreichte für ihn dann sein Ende, als er in das Realgymnasium zu Görlitz eintrat. Hier wurde er zunächst bei einem Lehrer in Wohnung und Kost gegeben, bis später die Eltern in Görlitz ein Haus erwarben und er wieder zu den mütterlichen Fleischtöpfen zurückkehren konnte. Auch auf der Schule blieb sein Interesse für die naturwissenschaftlichen Fächer rege, und so wandte er sich nach wohlbestandenem Abiturienten-Examen dem Studium der Chemie zu und bezog zunächst die Universität Leipzig. Hier hatte er Gelegenheit, neben seinen chemischen Studien seinen musikalischen Neigungen zu folgen, die ihn auch zum Eintritt in die akademische Sängerschaft der Pauliner veranlaßten, der er bis an sein Lebensende als Alter Herr angehörte. Viel Freude hatte er am Klavierspiel, und stets neue musikalische An-

regung schöpfte er aus dem Verkehr mit seinem Görlitzer Freund, dem Professor der Musik Oskar Paul und aus dem Umgang mit vielen Künstlern.

Von Leipzig ging er dann nach Breslau und später siedelte er in das unter Limpricht eben neu erbaute Laboratorium in Greifswald über. Von hier wandte er sich nach Halle, wo er als Assistent an der Agrikulturchemischen Versuchsstation der Universität tätig war, und ging dann in gleicher Eigenschaft an die Landwirtschaftliche Akademie Proskau.

Nach dieser dreisemestrigen Assistenten-Tätigkeit siedelte er nach Göttingen über, wo er am 9. Januar 1869 die Doktorwürde erwarb. Nach dem Doktor-Examen verblieb er zunächst weiter in Göttingen und nahm im Herbst des Jahres 1869 eine Assistentenstelle im Chemischen Institut unter Wöhler und Fittig an. Hier beginnt er seine Forschertätigkeit zunächst unter dem Einflusse Fittigs mit Arbeiten aus dem Gebiet der organischen Chemie, und besonders die von Fittig aufgefundene Methode zur Synthese von aromatischen Kohlenwasserstoffen wird von ihm mit bestem Erfolg zur Herstellung von Produkten verwendet, die bisher nur aus dem Teer erhältlich waren. Mit Fittig gemeinsam stellt er den ersten festen Kohlenwasserstoff der Benzolreihe dar, den er später allein auf anderem Wege zu gewinnen lehrte, Arbeiten, die ihm im Freundeskreis das Epitheton ornans Vater des Durols eintrugen. Dann hat er nach Fittigs Weggang unter Wöhler und Hübner und später unter Hübner 14 Jahre gewirkt, bis er sich im Jahre 1883 habilitierte.

Im Jahre 1885 übernahm Viktor Meyer die Leitung des Chemischen Instituts in Göttingen, und mit dieser Zeit beginnt auch ein neuer Abschnitt in Jannaschs Leben. Viktor Meyer wurde nämlich bald aufmerksam auf die hervorragende analytische Begabung Jannaschs und erkannte zuerst, welch' tüchtige Kraft er an ihm für den analytischen Unterricht gefunden hatte, während früher sowohl sein vortrefflicher Charakter, als auch sein analytischer Spürsinn nicht in der rechten Weise gewürdigt worden waren.

Auch für sein privates Leben brachte der Wechsel in der Leitung des Instituts Veränderungen, insofern als er, der unter seinen bisherigen Kollegen und Altersgenossen keinen rechten Anschluß gefunden hatte, in die junge Generation von Forschern »hineinrutschte«, die sich in Göttingen um Viktor Meyer scharten. Zu Gattermann, der schon 1883 nach Göttingen gekom-

men war, gesellte sich 1886 Jacobson, dem wieder 1887 K. Auwers folgte. In den Freundschaftsbund, der sich zwischen diesen schloß, trat auch Jannasch ein, und die freundschaftlichen Beziehungen, die damals angebahnt wurden, haben sich bis an sein Ende erhalten. Obwohl Jannasch wesentlich, etwa 15—20 Jahre, älter war als die anderen Glieder dieses Freundschaftskreises, hat er sich doch sehr wohl in ihm gefühlt, und wie anregend und harmonisch dieses einträchtige Zusammenleben und Zusammenschaffen in der Göttinger Zeit gewesen ist, geht auch aus den Zeilen hervor, in denen P. Jacobson in dem Nekrolog auf Gattermann der gemeinsam in Göttingen verlebten Zeiten gedenkt¹⁾.

Auch als Viktor Meyer im Herbst 1889 als Nachfolger von Bunsen nach Heidelberg zog, wurden die Freunde nicht getrennt. Da Bunsens einziger Assistent aus dem Laboratorium ausschied, konnte Viktor Meyer seinen ganzen Stab von Assistenten und Dozenten von Göttingen mitbringen, und so begleiteten ihn nicht nur Jannasch, der inzwischen zum außerordentlichen Professor ernannt worden war, sondern auch Gattermann, Jacobson, Auwers und Knoevenagel. Hier in Heidelberg übernahm Jannasch sogleich die Leitung der quantitativ-analytischen Abteilung, in der er lange Zeit segensreich gewirkt hat. Denn Curtius, der nach dem Tode Viktor Meyers nach Heidelberg berufen wurde, wußte die Fähigkeiten Jannaschs gleichfalls zu schätzen, so daß er auch mit dem neuen Leiter des Instituts in harmonischem Zusammenwirken und in freundschaftlichen Beziehungen bis zuletzt verbunden blieb. Allerdings fühlte er sich anfangs in Heidelberg nicht ganz zuhause, da er sich in die süddeutsche Umgebung in ihrer besonderen Eigenart zunächst nur schwer einleben konnte. Er vermißte oft die herbere Atmosphäre des Nordens und gab nur ungern manche ihm liebgewordene Göttinger Gewohnheit auf. Seine neue Tätigkeit neben den alten Freunden und der vielseitige Verkehr mit seinen Schülern ließen ihn aber doch bald in Heidelberg sich heimisch fühlen, besonders nach seiner Ernennung zum etatsmäßigen Extraordinarius, die im Jahre 1892 erfolgte.

In Heidelberg sollte er dann auch bald sein eigenes Heim gründen, denn hier verlobte er sich im Winter 1892/93 mit Fräulein Wagenmann, die er von Göttingen her kannte, und die er im Hause P. Jacobsons wiedersah. Und so groß war das Glück,

¹⁾ B. 54, A. 117 u. 118 [1921].

das er nun empfand und so besorgt war er, es zu erhalten, daß er in jenen Tagen selbst der Möglichkeit, von einem etwa herabfallenden Dachziegel getroffen zu werden, aus dem Wege zu gehen suchte, damit sein Glück nicht ein vorzeitiges Ende fände. Der Verlobung folgte eine außerordentlich glückliche Ehe, aus der zwei Kinder hervorgingen, die er mit zärtlicher Liebe umsorgte, die sich gelegentlich in originellen Schutzmaßnahmen für sie äußerte. So wurden, als sie soweit herangewachsen waren, daß sie sich frei in der Wohnung bewegen konnten, am Schreibtisch und andern Möbeln Ecken, die sich in Kopfhöhe der Kinder befanden, entweder gepolstert oder mit kleinen Körbchen abgedeckt.

Achtundzwanzig Jahre lang hat er sich des friedlichen Familienglücks, das ihm in seinem Hause erblüht war, freuen können. Da er von jeher eine kerngesunde Natur war, die nur selten einmal von einem vorübergehenden kleinen Leiden befallen wurde, was er in erster Linie der von ihm stets gepriesenen »rationellen Lebensweise« zuschrieb, so hatte er auch unter den Beschwerden des Alters nur wenig zu leiden. Vor allem blieben ihm seine geistige Frische und sein hervorragendes Gedächtnis bis zuletzt erhalten und ermöglichten es ihm, bis zu seinem 78. Jahr seine Lehr- und Forschertätigkeit auszuüben, von der er erst im Sommer-Semester 1919 zurücktrat, nachdem er im Jahre 1918 noch zum ordentlichen Honorarprofessor ernannt worden war. Nicht weniger als die Lust am Lehren und Forschen blieb ihm die Liebe zur Musik und zur Literatur bis zuletzt erhalten, ja er suchte sogar Kenntnisse aus der Schulzeit, die im Lauf der Jahre etwas verblaßt waren, neu aufzufrischen: in seinen Mußstunden wiederholte er die Konjugation der Verba auf μ , und zwar schriftlich mit Silbentrennung, und fand viel Befriedigung und Genuß bei der Beschäftigung mit diesem Kapitel der griechischen Grammatik, an das man bei der Erinnerung an die Gymnasialzeit meist nur mit gemischten Gefühlen zurückzudenken pflegt.

Nur noch zwei Jahre war es ihm vergönnt, im Ruhestand zu leben, bis ein rascher und leichter Tod sein arbeitsreiches Leben zum Abschluß brachte. Am Palmsonntag des Jahres 1921 ist er auf einem Ausgang in Begleitung seiner Gattin, als er seinen Schwager besuchen wollte, plötzlich zusammengebrochen und kurz darauf im Hause seines Schwagers, ohne wieder zur Besinnung gekommen zu sein, gestorben.

Jannasch war eine durch und durch originelle Persönlichkeit und hatte in seinem Leben und Wirken viel von dem Urbild des

deutschen Professors, namentlich der älteren Zeit, ausgestattet mit allen guten Eigenschaften und nicht frei von den kleinen Schwächen, die man gewöhnlich dem Professorenstand nachzusagen pflegt. Manche Eigenheit seines Wesens und seiner Ausdrucksweise reizte mitunter, besonders die Jugend, zur Heiterkeit; aber dies beeinträchtigte nicht die Hochachtung, die jeder vor dem unermüdlich tätigen, erfolgreichen Forscher und dem edlen Menschen empfand. Peinliche Genauigkeit, Exaktheit und Sorgfalt zeichneten seine Arbeitsweise aus. Keinen Tropfen verspritzter oder verschütteter Flüssigkeit, kein Stäubchen verlorener Substanz duldete er auf seinem Arbeitstisch, auf dem peinlichste Ordnung herrschte. Alle Reagenzienflaschen mußten blank und sauber sein, und er scheute die Mühe nicht, fast täglich selbst jeden hauchartigen Beschlag, der in der Laboratoriumsluft sich ja unvermeidlich bildet, zu beseitigen. Und ebenso genau nahm er es mit den Reagenzien selbst. Stets wurden diese auf absolute Reinheit untersucht und nur, was der strengsten Prüfung standhielt, kam zur Verwendung. Selbst den garantiert reinen Reagenzien des Handels traute er nicht, wenn aber jemand die Salpetersäure des Laboratoriums zu einer Chlorbestimmung benutzte, oder gar die Natronlauge des Platzes bei einer quantitativen Bestimmung anwandte, so pflegte er das als einen analytischen Mord zu bezeichnen.

Nicht weniger war er bemüht, bei analytischen Methoden alle Ungenauigkeiten auszuschließen, die entweder durch Versuchsfehler entstehen können, oder die in dem chemischen oder physikalischen Verhalten der zu verarbeitenden Fällungen begründet sind. Die quantitative Analyse ist der Kampf um die Zehntelmilligramme«, sagte er oft, und er hat keine Mühe gescheut, in diesem Kampf mit Fällungen, die sich nicht quantitativ abscheiden wollen, oder andere Substanzen mit niederzureißen geneigt sind, Sieger zu bleiben. Unermüdlich war er in der Abänderung der Versuchsbedingungen oder bei Versuchen zur Verbesserung der apparativen Hilfsmittel. Ein Mann, der recht zu wirken denkt, muß auf das beste Werkzeug halten«, konnte man mit vollem Recht von ihm sagen, und groß war seine Freude, wenn ihm die Konstruktion eines Apparates gelungen war, der die auf ihn gesetzten Hoffnungen voll erfüllte. Mit sichtbarem Stolz pflegte er in der Vorlesung die von ihm angegebene Apparatur zur Bestimmung des Fluorwasserstoffs in Fluoriden zu zeigen. Destillierkölbchen, Trichter, Schale, alles aus Platin! Und mit einer gewissen Zärtlichkeit entnahm er die verschiedenen »Enten-Modelle«, die »einfache

Ente und die »Schliff-Ente« aus den wattegepolsterten Schachteln, wenn er den Werdegang der Aufschließungsmethoden im Gasstrom besprach, die in späterer Zeit durch die Quarzglas-Ente« noch erheblich erweiterte Verwendungsmöglichkeiten gefunden haben.

So sehr ging er auf in seiner analytischen Tätigkeit, daß er gewisse Handgriffe und Gepflogenheiten beim Arbeiten auch außerhalb des Laboratoriums im täglichen Leben ganz unbewußt ausübte. Wenn er z. B. ein Glas Bier austrank, so wurde der darin befindliche Flüssigkeitsrest stets erst prüfend betrachtet, dann zwei bis dreimal umgeschwenkt und schließlich mit der gleichen Handbewegung in den Mund gekippt, mit der er bei einer quantitativen Filtration einen dekantierten Niederschlag in den Trichter und aufs Filter brachte. Und als er bald nach der Geburt seines Jungen im Kolleg durch ein besonders lebhaftes Getranpel begrüßt wurde, da verfehlte er nicht, in seiner kurzen Dankrede das Gewicht des Neugeborenen bis auf die erste Dezimale anzugeben.

Von seinen Schülern verlangte er ebenfalls peinliche Sorgsamkeit bei der Arbeit und genaues Befolgen seiner Vorschriften. Wer sich darauf nicht einarbeiten konnte, der war »keine quantitative Natur«. Geschickteren Praktikanten aber zeigte er unablässig alle möglichen kleinen Handgriffe und Arbeitsmethoden, die er in jahrelanger Praxis erprobt hatte, in denen er Meister war, und die in vielen Fällen nur er selbst ausführen konnte, wie z. B. das Veraschen und Glühen eines mit Wasserstoffsuperoxyd gefällten Wismutniederschlags im Platintiegel. In dieser Art der persönlichen Weitergabe eigenster Erfahrungen erinnerte er an Bunsen, der vor ihm in den gleichen Räumen gewirkt hatte.

Viel Mühe und Sorgfalt verwendete er auf seine Vorlesungen. Den hauptsächlichsten Inhalt schrieb er stets vorher auf die großen Wandtafeln des Hörsaals und dann trug er alle für die zu besprechenden analytischen Operationen erforderlichen Gerätschaften zusammen, nicht nur Modelle von Apparaten für bestimmte Zwecke, wie etwa zur Bestimmung der Kohlensäure, sondern auch Tiegel, Porzellanschalen von verschiedener Gestalt und Größe, deren Vorteile und Nachteile er eingehend erörterte. Sogar Präparate, wie z. B. das sorgfältig gereinigte Brom, wurden bei der Besprechung der Bromstrom-Analyse gezeigt.

Vor dem Sommer-Semester 1897 wurde der Unterricht im Laboratorium vorwiegend mündlich erteilt. Entweder Jannasch selbst oder der Saalassistent gaben gleichzeitig mit der Ausgabe der Analysensubstanz auch die Methode an, nach welcher die Be-

stimmung oder die Trennung ausgeführt werden sollte. Im Sommer 1897 erschien dann das »Buch«, auf das Jannasch schon lange im Laboratorium hingewiesen hatte, nach dem nun gearbeitet wurde, und das mit seinen sehr ins Einzelne gehenden Beschreibungen aller analytischen Operationen den Praktikanten wirklich ein vörzüglicher »Arbeitsvermittler und Ratgeber«, wie er im Vorwort zur ersten Auflage sagt, war. Daß man diesem Ratgeber aber auch peinlich genau folgte, darüber wachte er, und er sah es nicht gern, wenn andere Lehrbücher als das »Buch« sich auf dem Arbeitstisch eines Praktikanten fanden. Vor allem hielt er darauf, daß bei der Ausführung seiner Wasserstoffsperoxyd-Methoden die Fällungsbedingungen genau nach seiner Vorschrift eingehalten wurden, und wo das nicht geschah, da konnte es leicht vorkommen, daß er mit schnellem Griff die Schale faßte und »die ganze Murkserei« in den nächsten Abguß entleerte, um dann gemeinsam mit dem meist recht verblüfften Praktikanten die Fällung nun nach allen Regeln der Kunst vorzunehmen.

Umfassend und gründlich war seine Kenntnis des Tatsachenmaterials der analytischen Chemie, und meisterhaft beherrschte er die ganze einschlägige Literatur. Gern stellte er diese Kenntnisse den in einer analytischen Frage Rat suchenden Kollegen zur Verfügung und eine ganz besondere Freude war es ihm, wenn er für irgend ein schwieriges Trennungsproblem einen gangbaren Weg ausgedacht hatte. Häufig scheute er dann sogar die Mühe nicht, die fragliche Trennung selbst für den Hülfesuchenden auszuführen.

So hat er fast 36 Jahre, davon drei Jahrzehnte in Heidelberg, gewirkt und hat in unermüdlicher, treuer Pflichterfüllung viele Generationen von Studierenden in die Kunst des Analysierens eingeführt. Stattlich ist die Zahl der Schüler, die er an seinen eigenen Forschungen teilnehmen ließ und die sich unter seiner Leitung den Doktorhut erarbeiteten. Vielen von ihnen ist er auch menschlich näher getreten, und fast allen bewahrte er über die Zeit der Studien hinaus ein reges Interesse, wobei ihm sein vorzügliches Gedächtnis trefflich zu Statten kam. Sein tiefes Gemüt und sein lauterer Charakter, sein gutmütiges, stets hilfsbereites Wesen gewannen jeden, der mit ihm in Berührung kam, und allen, die ihn kannten, wird seine originelle und markante Persönlichkeit unvergeßlich bleiben.

II.

Wenden wir uns nun zu dem wissenschaftlichen Lebenswerk Jannaschs, so sehen wir, daß er sich zunächst nur auf dem Ge-

biet der organischen Chemie betätigt, ehe er in die Bahnen der analytischen Chemie einlenkt, der er in späterer Zeit fast ausschließlich sein Schaffen widmete.

Seine Dissertationsarbeit, die er im Jahre 1869 der philosophischen Fakultät in Göttingen vorlegte, handelt über das Trimethylbenzol und zeigt, daß das Trimethylbenzol, das vom Toluol über das synthetisch gewonnene Xylol hergestellt war, identisch sei mit dem aus dem Teer-Xylol gewonnenen Pseudocumol. Schon bei dieser Arbeit wird gelegentlich die Frage erörtert, ob es möglich sei, mehr als drei Methylgruppen in den Benzolkern einzuführen, und in der Folgezeit werden dann, teilweise noch gemeinsam mit Fittig, Versuche mitgeteilt, die darauf hinzielen, durch weitergehende Bromierung des Trimethylbenzols und Austausch des Broms gegen Methyl mittels der von Fittig angegebenen Arbeitsweise vier und mehr Methylgruppen an den Benzolkern zu ketten. Wenn auch die Reaktion recht träge verlief und die Geduld der beiden Forscher auf eine harte Probe stellte, so blieb doch schließlich der Erfolg nicht aus; denn, als nach sechstägigem Warten abdestilliert wurde, hielten sie bald den ersten festen Kohlenwasserstoff der Benzolreihe in Händen, dem sie den Namen Durol beileigten. Infolge der Übersiedelung Fittigs nach Straßburg, tritt nun eine Teilung des Arbeitsgebietes ein, bei der Jannasch die weitere Untersuchung des Durols allein überlassen wurde. Nuncmehr ist er zunächst bemüht, die Darstellungsweise des neuen Kohlenwasserstoffs zu verbessern, und berichtet schon bald über eine Darstellung, für die er Dibromxylol aus Steinkohlenteer-Xylol benutzte, sowie über eine zweite Gewinnungsweise vom *p*-Dibrombenzol ausgehend, das er selbst wieder nach einem von ihm gefundenen vereinfachten Verfahren darstellt. Bei der Wiederaufnahme früher von Fittig unternommener Versuche gelingt es ihm schließlich, aus Monobrommesitylen, Jodmethyl und Natrium bei stark gesteigerter Temperatur und Anwendung eines Quecksilber-Verschlusses auch noch ein zweites Tetramethylbenzol zu erhalten, das er später als Isodurol bezeichnete. Durch Oxydation des Durols mit Salpetersäure entsteht dann die erste Trimethylbenzoesäure, die Cumylsäure, später Durylsäure genannt, daneben die mit Wasserdampf nicht flüchtige Cumidinsäure, $C_6H_2(CH_3)_2(COOH)_2$. Gleichfalls durch Anwendung der Fittigschen Synthese bereitete er das reine in der Kälte erstarrende, bei 15° schmelzende *p*-Xylol, aus dem er dann ebenfalls das Durol aufbauen konnte. Weitere Arbeiten, die er teils selbst, teils zusammen mit seinen Schülern ausführte, bezwecken

eine gründliche Durchforschung der neuentdeckten Verbindungen und erstrecken sich über die ganze Zeit, die er in Göttingen zubrachte.

Fast als einen Übergang zu dem Hauptgebiet seiner späteren Forscherarbeit kann man die organisch-analytische Arbeit betrachten, die er gemeinschaftlich mit Viktor Meyer veröffentlicht hat, in der er eine Methode angibt, mittels der man mit einer Verbrennung von derselben Substanzprobe Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff bestimmen kann. Die Verbrennung erfolgt hierbei in einem Strom von reinem Sauerstoff, und hinter den Absorptionsgefäßen für Kohlendioxyd und Wasser wird der Stickstoff über Chromchlorür-Lösung, die den überschüssigen Sauerstoff wegnimmt, aufgesammelt. In seiner Heidelberger Zeit kommt er nur noch in vereinzeltten Arbeiten auf das Gebiet der organischen Chemie zurück. So studiert er neben weiteren Anwendungen der Fittigschen Synthese die Wanderung von Halogen aus der Seitenkette in den Kern bei Zersetzung von aromatischen Jodidchloriden und findet eine Methode zur Einführung von Äthylgruppen in den Benzolkern durch Behandlung dieses Kohlenwasserstoffs mit Äther und Aluminiumchlorid analog der Friedel-Craftsschen Synthese, die ihm neben Tetra- und Pentaäthylderivaten in reichlicher Menge das Hexaäthylbenzol lieferte.

Schon in Göttingen hatte Jaumasch begonnen, neben der organischen Tätigkeit Analysen von Mineralien und Gesteinen auszuführen, und nach seiner Übersiedelung nach Heidelberg traten derartige Untersuchungen immer mehr in den Vordergrund. Die Resultate der Analysen verraten die ungewöhnliche Meisterschaft und Exaktheit, mit der er die analytischen Methoden beherrschte und handhabte, und so ist es nicht verwunderlich, daß er gar manchmal in einem Mineral Stoffe aufspürte, die früheren Beobachtern trotz vielfacher Analysen entgangen waren, wie z. B. ein beträchtlicher Gehalt von Strontium im Heulandit und die Borsäure in dem Vesuvian vom Wilui-Fluß in Sibirien, dem sogenannten Wiluit. Bei diesen Arbeiten verstand er es, nicht nur meisterlich bereits bekannte Methoden geschickt zu verwenden, sondern er erdachte auch neue Versuchsanordnungen zur Bestimmung des Krystall- und Konstitutionswassers, die ihm auch sehr fest gebundenes Wasser auszutreiben und zu bestimmen gestatteten. Als hauptsächlichste Erfolge auf diesem Gebiet wären hier die Ermittlung der Konstitution des Turmalins, des Vesuvians und des Topases zu erwähnen, um nur einige Beispiele aus der gro-

ßen Zahl seiner mineralogischen Arbeiten herauszugreifen, die er teilweise in Verbindung mit den wissenschaftlichen Arbeiten der Mineralogen C. Klein und F. Rinne durchgeführt hat. Diese mineralanalytischen Arbeiten waren es hauptsächlich, die seinem Schaffen die endgültige Richtung zur analytischen Chemie hin gaben und es veranlaßten, daß er auf der Suche nach Verbesserungen der bekannten Arbeitsmethoden viele neue Verfahren auffand.

Zunächst führte er das Wasserstoffsperoxyd in die analytische Praxis ein und schuf in einer großen Zahl von Arbeiten mit seinen Schülern zusammen die Wasserstoffsperoxyd-Methoden, mit Hilfe derer er vorzugsweise die Elemente Mangan, Blei, Wismut und Chrom von fast allen Metallen sämtlicher analytischen Gruppen zu scheiden vermochte. Der Grundgedanke der Trennung ist dabei immer der, daß das zu fällende Element in sein Superoxyd übergeführt wird, das sich unlöslich abscheidet, während das andere entweder in natron-alkalischer Lösung, beispielsweise in Aluminat oder Zinkat, oder eine andere lösliche Alkaliverbindung, übergeht und in Lösung bleibt. Wird in ammoniakalischer Lösung gearbeitet, was fast immer vorzuziehen ist, so bleiben die Metalle, die zur Bildung löslicher Ammoniakate befähigt sind, gelöst, während die andern entweder wieder als Superoxyde oder auch als einfache Hydroxyde gefällt werden. Eine besondere Stellung nimmt dabei das Chrom ein, das am sichersten in natron-alkalischer Lösung zu Chromat oxydiert und so in Lösung gehalten wird, wogegen das unlösliche Hydroxyd zur Abscheidung kommt. Eine besondere Förderung dieser Methoden brachte dann im Jahre 1894 die Reindarstellung des Wasserstoffsperoxyds durch Vakuum-Destillation, die von R. Wolfenstein zuerst in einfacher Weise durchgeführt wurde; denn damit ließen sich alle die Schwierigkeiten beseitigen, die durch Verunreinigungen des Wasserstoffsperoxyds mit Kieselsäure und Tonerde bedingt waren, und die seiner Verwendung in manchen Fällen im Wege gestanden hatten. Die letzte Unbequemlichkeit bei der Verwendung des Wasserstoffsperoxyds, die darin lag, daß aus dem Handelspräparat ein etwa 3-proz. Produkt im Vakuum abdestilliert werden mußte, fiel schließlich weg, als ein 30-proz. haltbares Wasserstoffsperoxyd im Handel erschien, das dann vor dem Gebrauch in passender Weise verdünnt werden konnte. Ein unbestreitbarer Vorteil dieser Methoden liegt darin, daß bei der Fällung, namentlich dann, wenn sie in ammoniakalischer Lösung erfolgt, nichts in die Analyse hineingebracht wird, und daß die erzielten Niederschläge sehr unlöslich und gut filtrierbar sind. Andererseits

ist der auch früher nicht niedrig zu nennende Preis für reines Wasserstoffsuperoxyd in Betracht zu ziehen, der eine Anwendung dieses Reagenses bei häufig wiederkehrenden Bestimmungen nicht rätlich erscheinen läßt, zumal da stets ein beträchtlicher Überschuß zur vollkommenen Sicherstellung einer quantitativen Fällung verlangt wird. Auch in der Vielseitigkeit der Verwendung wird das Wasserstoffsuperoxyd von kaum einem anderen Reagens übertroffen, wie aus der großen Zahl der Trennungen hervorgeht, die Jannasch und seine Schüler mit den verschiedensten Kombinationen von Metallen ausgeführt haben. Sie zeigen alle, daß es ein vorzügliches Hilfsmittel zur Erzielung äußerst exakter und genauer Werte ist. Leider ist in dem Bestreben, die allgemeine Verwendbarkeit des Wasserstoffsuperoxyds recht eindringlich darzutun, das Präparat auch für Trennungen vorgeschlagen worden, die mit anderen Mitteln weit billiger und ebensogut zu erreichen sind, wie z. B. die Scheidung von Mangan und Silber, die mit Salzsäure unbedingt sicher erzielt wird, oder die Trennung von Mangan und Kupfer, die mit Schwefelwasserstoff in saurer Lösung leicht gelingt, was dann zur Folge hatte, daß von mancher Seite die gesamten Wasserstoffsuperoxyd-Methoden als unpraktisch und überflüssig abgelehnt wurden.

In ähnlicher Weise wurde auch das Hydrazin und das Hydroxylamin bzw. ihre Salze in den Reagenzienschatz der quantitativen Analyse eingeführt. Das Hydrazin diente als stark reduzierendes Agens teils in alkalischer, teils in neutraler oder saurer Lösung bei der Fällung von Kupfer, Gold, Platin, Palladium, die als Metalle abgeschieden und von den verschiedensten anderen Schwermetallen, von den Erdalkalien und den Alkalien getrennt werden. Mit Hydroxylamin wird bei Gegenwart von Weinsäure und Ammoniak das Quecksilber als Metall abgeschieden und von allen Metallen der Schwefelwasserstoff- und Schwefelammonium-Gruppe getrennt. Andererseits soll das Hydroxylamin die Bildung von löslichen Amminverbindungen begünstigen, es verhindert die Oxydation und die dadurch bedingte Fällung von Mangansalzen durch Ammoniak, es verstärkt den fällungshindernden Einfluß der Ammoniumsalze auf das Ammoniak, so daß Magnesium bei Hydroxyd-Fällungen sicher in Lösung gehalten wird. Es dient als Reduktionsmittel bei Fällungen von Chrom als Chromhydroxyd aus Chromaten und ermöglicht schließlich eine elegante Trennung von Selen und Tellur, indem es ersteres beim Erhitzen aus saurer Lösung fällt, letzteres aus dem mit Ammoniak übersättigten Filtrat abscheidet. Wegen des von jeher hohen Preises

der Hydrazin- und Hydroxylamin-Salze sind diese Methoden vielfach als »Luxusmethoden« betrachtet worden eine Bezeichnung, die heute allerdings besonders berechtigt erscheint. Diese Kostspieligkeit beeinträchtigt leider die Verwendbarkeit der Methoden und hindert ihre Einführung in die Laboratorien der Technik, sie berührt aber nicht den wissenschaftlichen Wert, ihre Genauigkeit und ihre Sicherheit. Wenn auch mit anderen billigeren Reagenzien in vielen Fällen das gleiche Resultat erzielt wird — Jannasch hat selbst von manchen der Hydroxylamin-Methoden gesagt, daß sie sich hauptsächlich durch ihre »ästhetische Schönheit« auszeichneten —, so wird man sie für manche Zwecke doch nicht gerne missen und unter Umständen, wie bei der Abscheidung des Goldes, der Platinmetalle, oder bei der Trennung von Selen und Tellur, sind sie, wie der Verfasser dieser Zeilen aus eigener Erfahrung bestätigen kann, allen anderen Fällungsmitteln vorzuziehen.

Eine andere Reihe von Arbeitsmethoden verdankt den mineral-analytischen Arbeiten Jannaschs ihre Entstehung. Oft war er hierbei genötigt, schwer zersetzliche Sulfide oder Silicate aufzuschließen, wobei ihm die Leistungen der üblichen Aufschließungsverfahren nicht genügten. So störte ihn bei der Soda-Salpeter-Schmelze die große Menge der Alkalisalze, die naturgemäß eingebracht wurde und außerdem die Möglichkeit einer Fälschung des Schwefelgehaltes durch Schwefel, der beim Schmelzen aus dem Leuchtgas aufgenommen werden kann, während er bei der Oxydation auf nassem Wege in der Notwendigkeit, die entstandene Schwefelsäure neben den Metallen zu bestimmen, Fehlerquellen sah, umso mehr als er selbst bei Versuchen über die Bestimmung von Schwefelsäure neben Eisen gezeigt hatte, wie stark die Bildung komplexer Eisenbariumsulfatsalze die Analysenresultate zu beeinflussen vermag. So kam er auf den Gedanken, mit der Aufschließung des Sulfids eine Trennung des Schwefels von den Metallen zu verbinden, in der Weise, daß der Schwefel in Schwefeldioxyd oder sogar bis zum Schwefeltrioxyd verbrannt wurde, das dann in geeigneten Absorptionsflüssigkeiten aufgefangen werden konnte. Als Oxydationsagens dienten ihm dazu anfänglich Salpetersäure-Dämpfe, die er mit einem Luftstrom über die Substanz, die in einem Schiffchen im schwerschmelzbaren Rohr erhitzt wurde, hinüberführte. An Stelle der Salpetersäure-Dämpfe traten dann Bromdämpfe, und schließlich erfolgte die Oxydation durch Erhitzen in einem Strom von reinem Sauerstoff. Die Substanz wurde nicht mehr in einem Schiffchen in das einfache gerade Verbrennungsrohr gebracht, sondern sie wurde un-

mittelbar in das besonders geformte Rohr, die sogenannte »Ente«, eingeschüttet. Durch ein angeschliffenes Rohr gelangten die Verbrennungsprodukte aus der »Ente« direkt in die Vorlageflüssigkeit, die in einer Absorptionskugel und zwei Peligot-Röhren untergebracht war, und so ergab sich die Apparatur für die Sulfid-Analyse im Sauerstoffstrom. Auch die anfängliche Form der Anwendung des Broms wurde nach und nach geändert. Der Luftstrom, der ursprünglich das Brom über die Substanz geführt hatte, wurde durch einen indifferenten Kohlendioxyd-Strom ersetzt, und nun diente das Brom nicht nur zur Oxydation des Schwefels, der als Bromür in die Vorlage überging, um hier in Schwefelsäure übergeführt zu werden, sondern es führte auch die andern Bestandteile in Bromverbindungen über, die in ihrer verschiedenen Flüchtigkeit Trennungsmöglichkeiten boten. So gelang es, die früher im Chlorstrom ausgeführten Trennungen in dem mit Brom beladenen Kohlendioxyd-Strom durchzuführen, wodurch man von den Zufälligkeiten, die ein Chlorentwicklungsapparat bei der Analyse mit sich bringen kann, unabhängig wurde. Abgesehen von dieser Verbesserung, die auch durch Verwendung einer Flasche mit verflüssigtem Chlor erreicht werden kann, bietet aber die sogenannte Bromstrom-Methode den Vorteil, daß die Unterschiede in der Flüchtigkeit der verschiedenen Bromide weit größer sind als bei den Chloriden, so daß das Mißlingen von Trennungen bei geringen Überschreitungen der zulässigen Temperaturgrenzen viel weniger zu befürchten ist. Ebenso wie bei den Aufschließungen von Mineralien diente aber auch die Bromstrom-Methode zur Trennung von Gemischen beliebiger anderer Verbindungen der in Betracht kommenden Metalle, denn durch eine Schwefelstoff-Fällung ließen sich die Metalle leicht in Sulfide überführen, die dann nach dem Abfiltrieren und Trocknen in die »Ente« gebracht wurden, bis schließlich auch noch die Sulfurierung in der »Ente« selbst durch Zusammenschmelzen mit Jodschwefel gelang. Auch andere Gasströme kamen an Stelle von Sauerstoff und Brom-Kohlendioxyd zur Anwendung. So führten Versuche mit gasförmigem Chlorwasserstoff zu Trennungen des Arsens und Zinns, deren Verbindungen im Chlorwasserstoff-Strom die leichtflüchtigen Chloride gaben, von allen anderen nicht flüchtigen Metallchloriden, und in ähnlicher Weise ließ sich auch beim Wismut die Bildung des flüchtigen Chlorids und damit gleichfalls eine Trennung von schwerflüchtigen Metallchloriden erreichen. Schließlich konnte auch noch das Selen durch Erhitzen in einem Schwefeldioxyd-Luft-Gemisch aus seinen Verbindungen herausreduziert und bei

330—350° übersublimiert werden. In manchen Fällen kamen auch Kombinationen von solchen Gasstrom-Methoden zur Verwendung, so z. B. bei manchen Arsensulfiden, bei denen zuerst der Schwefel im Sauerstoff-Strom verbrannt, danach das Arsen im Chlorwasserstoff-Strom völlig abdestilliert wurde.

Auch der Bestimmung und Trennung der Halogene sind mehrere Arbeiten gewidmet. Für die Bestimmung des Fluors wird eine Methode ausgearbeitet, bei der das Element in Form von Flußsäure aus den Fluoriden im Platinapparat ausgetrieben und in einer mit Natronlauge beschickten Platinschale aufgefangen wird, worauf man es als Calciumfluorid fällt. Jod und Chlor werden durch Fällung mit Thalliumsalz getrennt, und schließlich geht aus einer von Gooch angegebenen indirekten Bestimmungsmethode ein Verfahren zur direkten Trennung von Chlor, Brom und Jod hervor, bei dem zuerst das Jod mit Nitrit in Freiheit gesetzt und mit Wasserdampf in eine alkalische Wasserstoffsperoxyd-Lösung getrieben wird. Mit Kaliumpermanganat in essigsaurer Lösung vollzieht sich die Austreibung des Broms, das dann gleich dem Jod in natron-alkalischem Wasserstoffsperoxyd aufgefangen und als Silbersalz bestimmt wird, wonach man dann die Fällung des im Kolben verbliebenen Chlor-Ions vornimmt.

Bei seinen zahlreichen Mineralanalysen hatte Jannasch es schon immer als einen Mangel empfunden, daß die gebräuchlichen Aufschließungsverfahren für Silicate entweder bei Verwendung des Soda-Pottasche-Gemischs die Bestimmung der Alkalien unmöglich machten, oder beim Abrauchen mit Flußsäure oder Fluorammon die Ermittlung der Kieselsäure nicht gestatteten. So forschte er nach einer Aufschließungsmethode, die die Bestimmung aller Bestandteile in einer Substanzprobe erlaubte. Zuerst suchte er das Ziel dadurch zu erreichen, daß er konz. Salzsäure unter Druck im Einschmelzrohr auf das Silicat einwirken ließ, wodurch auch in einer ganzen Reihe von Fällen die völlige Aufschließung bewirkt wurde. Da aber die Methode, bei der als Behälter für die Substanz ein Platinröhrchen, das in das Bombenrohr eingeschmolzen wird, dient, zu umständlich und vor allem für praktische Verwendung zu wenig geeignet war, so bemühte er sich weiter, ein Aufschlußmittel zu finden, das nach dem durch Schmelzen erfolgten Aufschluß wieder quantitativ aus der Lösung der Schmelze entfernt werden könne. So entstand zunächst die Bleicarbonat-Methode, die aber, wie Jannasch selbst sagt, nicht leicht in ihrer Ausführung ist. Eine völlig befriedigende Lösung des Problems brachte endlich der Versuch, die Silicate mit entwässerter Bor-

säure zu schmelzen. Dadurch wurde nämlich in fast allen Fällen ein vollständiger Aufschluß erzielt, und es konnte das Aufschließungsmittel verhältnismäßig leicht wieder entfernt werden, da sich die Borsäure durch Methylalkohol, der mit Chlorwasserstoff gesättigt ist, leicht verestern und als Borsäure-methylester durch Abdunsten beseitigen läßt. Nur einige wenige Mineralien der Andalusit-Gruppe, wie der Disthen, ferner der Topas widerstanden anfänglich der Aufschließung mit Borsäure-anhydrid, aber durch Anwendung einer mit Sauerstoff angeblasenen Gebläseflamme gelang es, die Schmelztemperatur soweit zu steigern, daß auch bei diesen Mineralien die Aufschließung erzwungen und der Borsäure-Aufschluß zu einer allgemein anwendbaren Methode gemacht wurde.

Das letzte Problem, das Jannasch am Ende seiner Tätigkeit beschäftigte, war die Trennung der Phosphorsäure von den Metallen durch Verflüchtigung. Zuerst suchte er diesen Effekt zu erreichen durch Reduktion des Phosphats mit Kohle, die im Destilliergefäß selbst erzeugt wurde, durch Verkohlen von Zucker mit Schwefelsäure. Gleichzeitig ging ein Chlorstrom durch das Destilliergefäß, das nach Art der bei den Aufschlüssen in Gasströmen verwendeten »Enten« gebaut war. Da die Methode nicht auf alle Phosphate anwendbar war, so wurde später ein mit Tetrachlorkohlenstoff beladener Chlorstrom über das im Brennrohr im Schiffchen befindliche Phosphat geschickt. Weitere Versuche zeigten dann schließlich, daß der Chlorstrom entbehrlich ist und daß der Tetrachlorkohlenstoff-Dampf durch einen Kohlendioxyd-Strom über die mit einem Zusatz von Quarzpulver gemischte Substanz geführt werden kann. Bei einzelnen Phosphaten, wie Aluminium- und Zinnphosphat, bei denen das Verfahren zunächst versagte, wurde die völlige Austreibung der Phosphorsäure durch einen weiteren Zuschlag von Kaliumchlorid erreicht, so daß das Verfahren die Trennung der Phosphorsäure von allen Metallen gestattet, besonders wenn durch ausgiebige Verwendung von Quarzglas bei hohen Temperaturen gearbeitet werden kann. Ähnlich wie die Phosphorsäure verhalten sich auch die Säuren des Wolframs und des Molybdäns sowie die Vanadinsäure, so daß auch diese durch Verflüchtigung von nicht flüchtigen Stoffen getrennt werden können. Schließlich ist das Verfahren auch auf die Borsäure ausgedehnt worden, wobei sich zeigte, daß die Verflüchtigung hier nur dann vollständig wird, wenn dem Tetrachlorkohlenstoff etwa 30 % Methylalkohol beigemischt wurden.

Auch eine technische Verwendung der Reaktion ist angestrebt worden durch Versuche, die Schwefelsäure aus Sulfaten auszu-

treiben, und es ist Jannasch ein Patent erteilt worden auf ein Verfahren zur Austreibung von Schwefelsäure aus Sulfaten, wie Gips, Schwerspat, Cölestin, Kainit sowie anderen Ab-raumsalzen, Kaliumsulfat, Natriumsulfat. Werden an Stelle der Sulfate Sulfide, wie Pyrit, Kupferkies, Zinkblende gesetzt, so wird bei einem Zuschlag von Kalium- oder Natriumchlorid unter Zer-setzung des Tetrachlorkohlenstoffs der Schwefel in Schwefelchloride übergeführt, die mit Wasser Schwefelsäure und Salzsäure liefern. Als Nebenprodukt der quantitativ verlaufenden Reaktion entsteht kristallisiertes Hexachlor-äthan.

Abgesehen von diesen rein analytischen Arbeiten verfaßte er auch noch den chemischen Teil von Otto Heinrich Langs »Eruptivgesteinen des Christiania-Silurbeckens«.

Ebenso unermüdlich wie in seiner Forschertätigkeit war Jan-nasch auch bei seinem Unterricht im Laboratorium, und nament-lich nach seiner Übersiedlung nach Heidelberg kam seine Lehr-tätigkeit zur vollen Entfaltung. In seinen Vorlesungen und Übungen behandelte er mit Ausnahme der qualitativen Analyse die ganze analytische Chemie. Gewichtsanalyse, Maßanalyse und Gas-analyse, das waren die Vorlesungen, die sich hauptsächlich an die reinen Chemiker wendeten, während die Pharmazeuten, die in Hei-delberg gleichfalls im Chemischen Institut arbeiteten, von ihm ihre Ausbildung in der Giftanalyse und in der Untersuchung der Nah-rungs- und Genußmittel empfangen. Daneben fand er stets noch Zeit, sich auch persönlich um jeden einzelnen quantitativen Prak-tikanten zu kümmern und seinen Schülern auch selbst die Hand-griffe zu zeigen, die z. B. das völlige Ausbringen eines Nieder-schlags aus dem Becherglas erleichtern, oder sie auf Fehler auf-merksam zu machen, die den erwünschten Fortgang der Analyse stören können. So ist auch aus dem Bestreben, jedem seiner Praktikanten einen verlässlichen Führer bei seinen Arbeiten zu geben, sein Lehrbuch, der »Praktische Leitfaden der Ge-wichtsanalyse« entstanden, der im Jahre 1896 erschien und im Oktober 1903 seine zweite Auflage erlebte. In diesem Buch ver-folgt er einerseits den Zweck, für die quantitativen Bestimmungen und Trennungen, die in der Praxis des Chemikers vorkommen, möglichst eingehende Vorschriften zu geben, bei deren genauer Beobachtung die Möglichkeit des Mißlingens der Bestimmung auf ein denkbar geringes Maß herabgedrückt werden sollte. Anderer-seits hat er auch hier die zahlreichen, von ihm und seinen Schü-lern ausgearbeiteten Methoden zusammengestellt und seine Er-fahrungen mit den verschiedensten Bestimmungsmethoden nieder-

gelegt. So hat er ein Buch geschaffen, das neben einer Sammlung alter bewährter Methoden, die in ausführlicher Breite dargestellt werden, alle die eleganten Bestimmungen enthält, die mit den von ihm hauptsächlich in die Analyse eingeführten Reagenzien Wasserstoffsperoxyd, Hydroxylamin, Hydrazin ausgeführt werden können, ebenso wie die Methoden der Aufschließung in Gasströmen und die Aufschließung der Silicate mit Borsäure-anhydrid. Wenn auch zugegeben werden muß, daß die Erörterung der theoretischen Grundlagen der einzelnen Bestimmungsmethoden vor der genauen Angabe der Arbeitsbedingungen etwas zurücktritt, so kann man dem Autor daraus doch keinen Vorwurf machen. Er stand durchaus auf dem Standpunkt, daß der, der mit Erfolg quantitativ arbeiten wolle, die Theorie bereits beherrschen müsse, so daß er glaubte, auf theoretische Erörterungen verzichten zu können, um Raum zu gewinnen für die ausführliche Beschreibung der praktischen Ausführung, wie er dies ja in dem Titel des Buches schon angedeutet hat. Und in der Praxis der analytischen Chemie war er ein Meister, wie wir sie heute leider nicht mehr in großer Zahl besitzen. Systematisch und methodisch durchforschte er das Verhalten der Elemente, um daraus neue Unterlagen für Trennungen und Bestimmungen zu entdecken; Reagenzien, an deren analytische Verwendung vor ihm kaum jemand dachte, hat er für die quantitative Analyse nutzbar gemacht und eine ungeahnte Fülle von analytischen Methoden durch sie geschaffen. Jeden technischen Fortschritt in der Herstellung von Glasapparaten wußte er alsbald seinen analytischen Zielen dienstbar zu machen, und mit Freuden hat er es begrüßt, als ihn die Möglichkeit, Gefäße jeder beliebigen Form aus Quarz herzustellen, in den Stand setzte, bei seinen Destillationsversuchen Temperaturen anzuwenden, die gerade erforderlich waren, um Trennungen zu erzwingen, die vorher mit Glasapparaten nicht zu erreichen waren. Es mag wohl sein, daß die von Jannasch geschaffenen Methoden für die Laboratorien der Technik vielfach nicht geeignet sind und zurückstehen müssen hinter anderen, die rascher Resultate liefern und geringeren Aufwand an Apparaten erfordern; wo es aber auf eine Arbeitsweise ankommt, die größtmögliche Genauigkeit verbürgt, da werden die Methoden, die wir ihm verdanken, stets gewürdigt und sein Name nicht vergessen werden.

W. Strecker.