

Zeitschrift für angewandte Chemie

Seite 537—592

Aufsatzteil

3. Oktober 1913

85. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte.

Wien, 21.—28. September 1913.

Zum viertenmal sah Wien die deutschen Naturforscher in seinen Mauern (die erste Versammlung hatte 1832, die zweite 1856, die dritte 1894 dort stattgefunden). Etwa 5000 Kongreßmitglieder hatten diesmal dem Rufe Folge geleistet, gegen 1000 Vorträge standen auf den Tagesordnungen und versprachen reiche wissenschaftliche Anregung, während Wiens Name Bürge war für einen besonders festlichen Verlauf der Tagung; harhten doch die berühmtesten Gebäude der Stadt der Gäste: das Rathaus, das Parlamentsgebäude, die Universität, das Hofburgtheater und viele andere, und luden doch Wiens Naturschönheiten zu genüßreichen Stunden der Erholung ein.

Am Abend des 21./9. fanden sich die Teilnehmer zur allgemeinen Begrüßung in den Festräumen der Universität ein.

Am 22./9. fand die

Erste allgemeine Sitzung

im Abgeordnetenhaus (Parlament) statt. Es war ein unvergeßlicher, festlicher Anblick, diese dichtgedrängte schwarze Menge, zwischendurch die hellblauen Uniformen österreichischer Militärs, auf den Galerien ein reicher Damenflor, vorn die Vorstandsmitglieder, die Vertreter der Regierung usw., und all das an einer Stätte, die sonst nur politischen Erörterungen und Redekämpfen gewidmet ist.

Universitätsprofessor Dr. Friedrich Becke, als I. Geschäftsführer, eröffnete die Versammlung; nach Verlesung der Huldigungstelegramme an Kaiser Franz Josef und Kaiser Wilhelm sprachen dann Unterrichtsminister Dr. v. Hussarek, dessen Rede einen nicht endenwollenden Beifallsturm hervorrief, ferner der Minister des Innern Baron Heinold, der Bürgermeister von Wien, Dr. Weiskirchner, der Landessanitätsreferent Biehlowek und der Rektor der Universität Prof. Dr. Weichselbaum. Der erste Vorsitzende der Gesellschaft, Hofrat Dr. H. H. Meyer, hielt dann die Dankes- und Schlußrede und gab für den wissenschaftlichen Teil der Sitzung das Wort an die Vortragenden.

Prof. Dr. H. v. Seeliger, München: „Probleme der modernen Astronomie.“ Bis zum Anfang des 17. Jahrhunderts war die wissenschaftliche Astronomie im Grunde genommen gleichbedeutend mit der Lehre von den Bewegungen im Planetensystem. Einen Abschluß aber nach dem Höhepunkt dieser Periode, deren Dauer nach Jahrtausenden zu bemessen ist, bezeichnet die heliozentrische Lehre des Kopernikus. Seine Methoden der Betrachtung sind im wesentlichen die der alten Astronomie, und den rein phoronomischen Standpunkt konnte er ebensowenig überwinden wie einen gewissen Dogmatismus, der z. B. nur Kreisbewegungen als allein möglich zuließ. Die viel erörterte Frage, ob die Kopernikanische Lehre wirklich die wahre Theorie gegenüber der falschen geozentrischen ist, wird so lange hinfällig bleiben, als man sich nicht darüber geeinigt hat, was die Kriterien einer wahren Theorie sind, und eine solche Einigung wird wohl niemals zu erreichen sein. Vom rein phoronomischen Standpunkt aus, für den nur relative Ortsveränderungen der Planeten existieren, kann eine Entscheidung jedenfalls nicht getroffen werden. Aber die geozentrische Theorie mit ihren verwickelten und verzwickten Epicyklen, die Kopernikus übrigens noch nicht vollständig verbannen konnte, verhinderte wegen der fast ins Ungeheure gehenden Unübersichtlichkeit jeden weiteren Fortschritt. Da schuf

Kopernikus mit einem Schlage freie Bahn durch sein System von grandioser Einfachheit und bereitete den Boden für wissenschaftliche Leistungen höherer Ordnung, die das Lebenswerk Keplers sind. Die tiefere Bedeutung der Keplerschen Gesetze konnte in ihrer ganzen Großartigkeit freilich erst vollkommen erfaßt werden, nachdem durch Galilei die Grundlagen zu einer Bewegungslehre geschaffen und durch Newton die planetaren Bewegungen als mechanische Vorgänge erkannt worden waren. Durch Newtons glänzende Entdeckung, nach welcher alle Bewegungen im Planetensystem sich als Folge der gegenseitigen Massenanziehung darstellen, wurde das Gebäude der „himmlischen Mechanik“ auf festem Grund errichtet. Den folgenden Jahrhunderten bis zur Gegenwart fiel die Aufgabe zu, den wundervollen Tempelbau, dessen Grundmauern von Kepler, Galilei gelegt worden sind, in allen Einzelheiten auszubauen.

Die Erfindung des Fernrohrs am Anfang des 17. Jahrhunderts begründet eine neue Epoche in der Entwicklung der Astronomie. Die Planeten hören auf, leuchtende Punkte zu sein, sie enthüllen sich als von der Sonne beleuchtete, der Erde ähnliche Körper, Jupiter mit seinen Trabanten stellt sich wie ein kleines Modell des Sonnensystems dar, auf der Sonne werden Flecken entleckt, und nicht lange dauert es, bis Saturn seine für lange Zeit rätselhaften Ringe präsentiert. Und weit über das Sonnensystem hinaus dringt das Fernrohr: Der merkwürdige Andromedanebel löst neue Fragen aus, und die Milchstraße wird als ein Gewimmel unzähliger Sterne erkannt. Wahrlich eine ungeahnte Fülle neuer Eindrücke, neuer Erfahrungen! Hand in Hand damit geht eine gewaltige Steigerung der Genauigkeit der astronomischen Messungen. Aber die Fülle neuer Entdeckungen, auch die Errechnung des Planeten Neptun durch Leverrier wird weder durch wesentlich neue Ideen veranlaßt, noch durch neue Methoden gewonnen. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts aber fangen Keime zu sprießen an, die sich in erstaunlich kurzer Zeit zu mächtigen Gebilden entwickeln. Es beginnt für die Astronomie eine neue Epoche, die an Bedeutung nicht hinter der zurücksteht, welche die Erfindung des Fernrohrs beanspruchen darf. Ganz neue Probleme trpten in den Vordergrund, und früher nicht gehante Wege werden der Forschung eröffnet. Wir können die moderne Astronomie mit den Schlagworten kennzeichnen: Anwendung physikalischer Methoden, insbesondere der Spektralanalyse und Photometrie, Verwendung der Photographie. Wohl enthielten die Frauenhoferschen Forschungen schon die Keime der späteren Spektralanalyse, vor deren Entdeckung auch bereits das Dopplersche Prinzip, wenn auch nicht in ganz einwandfreier Form zur Aussprache kam. Aber es war doch eine überraschende Wendung, als Kirchhoff und Bunsen zeigten, wie die Beschaffenheit des Spektrums eines glühenden Körpers fast untrüglichen Aufschluß über seine chemische Beschaffenheit geben könne. Schon von Anfang an lag die Brauchbarkeit dieser Untersuchungsmethode für astronomische Zwecke klar zutage. Es gelang auch bald, Methoden zur Messung der Stärke des Lichtes für die Astronomie nutzbar zu machen, und so verbanden sich Ende der 60er Jahre Spektralanalyse und Photometrie zu einem neuen Zweig der Astronomie, der Astrophysik, der schnell zu einer erfolgreichen und ausgedehnten Wissenschaft erstarkte. Im Anfang galt es hauptsächlich, technische Schwierigkeiten

zu überwinden, da die meisten astronomischen Objekte viel zu lichtschwach sind, um für die im physikalischen Laboratorium erdachten und hier zur Anwendung gekommenen Instrumente zugänglich zu sein, und sicherlich wären diese Schwierigkeiten nicht in dem Maße überwunden worden, hätte sich nicht zu gleicher Zeit ein anderer Wissenszweig zu einem starken Helfer entwickelt. In staunenerregender Weise ist die Photographie in wenigen Jahrzehnten zu einem unersetzlichen Forschungsmittel fast in allen Wissenschaften geworden, aber vielleicht nirgends in so tief eingreifender Weise wie in der Astronomie. Wer hätte noch vor 30 Jahren geglaubt, daß es jemals gelingen werde, so wundervolle photographische Bilder des Mondes mit allen kontrastreichen Details zu erhalten, wie sie der große Mondatlas der Pariser Sternwarte oder die Aufnahmen des Lyk- oder Yerkes-Observatoriums zeigen? Und so wird man auch hoffen dürfen, daß die allerdings großen Schwierigkeiten, die der photographischen Abbildung der Planetenscheiben entgegenstehen, besiegt werden können.

Das menschliche Auge nimmt Helligkeiten unter einem gewissen Schwellenwert nicht wahr, die photographische Platte aber kann durch Verlängerung der Expositionszeit in gewissem Sinne beliebig empfindlich gemacht werden. Daher erscheinen bei ihr Sterne, die niemals auch mit den größten Instrumenten dem Auge erschienen wären, und schwache Gebilde werden sichtbar, die sonst für immer unbekannt geblieben wären. So sind höchst merkwürdige und fast rätselhafte kosmische Formen bekannt geworden, deren Deutung voraussichtlich ganz neue von den gewohnten verschiedenen Gedankengänge erfordern wird. Was mögen z. B. jene feinen Nebelstreifen sein, die durch ungeheuer Weiten, zu deren Durchmessung das Licht viele Jahre brauchen würde, den interstellaren Raum durchziehen, wie sind jene abenteuerlichen Formen leuchtender Nebel, die sich um Sterne lagern, zu deuten? Wie haben wir die Tatsache in das System überlieferter Erfahrungen einzuordnen, daß kleine Nebelflecke, deren Zahl größer als 100 000 sein mag, über den ganzen Himmel verstreut sind, und warum kommt unter ihnen so überaus häufig die sonderbare Spiralform vor? Das sind offenbar Fragen von allergrößter Wichtigkeit, die vielleicht die weittragendsten Probleme der ganzen Astronomie in sich bergen.

Im Gebiete des Planetensystems hat die Anwendung der Photographie bisher noch nicht eine entschiedene Überlegenheit über die älteren Methoden gezeigt; so haben photographische Aufnahmen auch nicht die über Gebühr aufgebaute Marsfrage wesentlich zu fördern vermocht. Die Berichte über das im Fernrohr erscheinende Detail der Marsoberfläche haben bekanntlich in geradezu ungewöhnlichem Sinne allgemeines Interesse erregt. Die anscheinend geradlinig verlaufenden Striche und noch mehr ihre zeitweise auftretende Verdopplung schien eine ungewöhnliche Klärung zu fördern, und diese sollte in der Annahme gefunden sein, der Mars sei von Wesen bewohnt, deren Intelligenz die der Erdbewohner weit übertreffen und sie befähigen sollte, künstliche Bewässerungsanlagen und Kanalbauten in einem Umfange auszuführen, der bei uns ganz unmöglich wäre. Ganz eindrucklos blieb die Versicherung, daß gerade die größten und besten Fernrohre die sogenannten Kanäle nur andeutungsweise und ihre Verdopplung fast niemals zeigten. Man wollte auf den Glauben an die hyperintelligenten Marsbewohner nicht verzichten und auf die dadurch angeregten Phantasiegebilde. Aber man vergas, daß solche Hypothesen als Zeichen völliger Ratlosigkeit höchstens dann zuzulassen sind, wenn alle anderen Erklärungsmöglichkeiten verschlossen sind. Und so wird vielleicht auch nicht einmal die jüngst gemachte Erfahrung, daß das größte Fernrohr der Welt auf dem Mount Wilson keine Kanäle zeigt, sondern nur einzelne Gruppen von Flecken, die den Verlauf von Strichen markieren, wirkungslos bleiben. Mit einer gewissen Beschämung nur kann man auf den Marsrummel zurückblicken, der wohl abzuklingen scheint, aber noch nicht ganz überwunden ist.

Die Arbeit in der Astrophysik gruppiert sich im wesentlichen um zwei Probleme: Die Erforschung der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Sterne und die Ermittlung von Bewegungen, insofern sie in einer Ver-

schiebung der Spektrallinien hervortreten. Sehr bald drängte sich die Vermutung auf, alle Weltkörper seien im wesentlichen aus denselben Stoffen aufgebaut, die auf der Sonne und auf der Erde sich vorfinden, und diese Vermutung bestätigte sich mit zunehmender Erfahrung immer mehr. Die Verschiedenheit der leuchtenden Weltkörper spricht sich also hauptsächlich in der Verschiedenheit des Zustandes desselben Stoffes aus. Temperatur der glühenden Massen und die Art ihrer Umhüllung durch Atmosphären bestimmen das Aussehen ihrer Spektren und können in gewissem Sinne aus ihnen abgelesen werden. Das natürliche Einteilungsprinzip für die Sterntypen wird die Temperatur bilden, wenn sich auch nicht überall derselbe einfache Zusammenhang herstellen wird. Man wird von der Klassifikation der Sternspektren keinen unbedingt gültigen Hinweis auf das Entwicklungsstadium erwarten dürfen und sich über Ausnahmen nicht wundern. Im allgemeinen aber scheinen die üblichen Einreihungen der Sternspektren in verschiedene Typenklassen wirklich den physikalischen Gesichtspunkten zu entsprechen. Sie zeigen an, daß sich Sterne vorfinden, die noch im Stadium der höchsten Glut sich befinden, bis zu Weltkörpern, die im Abkühlungsprozeß schon beträchtlich vorgeschritten sind, und diesem Prozeß unterliegt jeder Stern. Unsere Sonne scheint ein Stern von großer Leuchtkraft zu sein, die, da die Temperatur an ihrer Oberfläche nur 6000—7000° beträgt, wohl durch ihre relative Größe bedingt sein mag. Die Schnelligkeit ihrer Abkühlung wird als kaum merklich angesehen, aber schließlich wird sie doch ihre Leuchtkraft verlieren und vollständig erkalten, wenn nicht katastrophale Ereignisse diesen von der Natur geforderten normalen Verlauf unterbrechen. Solche Katastrophen treten gar nicht so selten ein. So erschien 1901 im Sternbild des Perseus ein neuer Stern, der nachweisbar in wenigen Stunden eine Helligkeit erreichte, die nur die allerhellsten Sterne am Himmel besitzen. Offenbar ist es von höchstem Interesse, nähere Auskunft über eine Katastrophe zu erhalten, die eine ganze Welt in Flammen aufgehen ließ. Die Spektralanalyse hat viele und sehr merkwürdige Eigenschaften des Spektrums der neuen Sterne enthüllt, aber eine eindeutige Interpretation ist vorerst nicht zu erlangen. Explosionen im gewöhnlichen Sinne des Wortes als Ursache anzunehmen, kann physikalisch nicht begründet werden. In kleinem Maßstabe erleben wir das Schauspiel des Aufleuchtens neuer Sterne fortwährend, wenn wir das plötzliche Aufleuchten einer Sternschnuppe bemerken oder die feurige Bahn eines Meteors verfolgen. Vielleicht sind auch bei den neuen Sternen analoge Vorgänge im Spiel. Sind doch im Weltraum ausgedehnte Ansammlungen feinverteilter Materie, kosmetische Staubwolken vorhanden. Beim neuen Stern im Perseus wurden in der Nähe Erscheinungen wahrgenommen, die sich ganz so darstellten wie Staubwolken, die von einem riesigen Reflektor einen kurzen Lichtblitz erhalten.

Vielleicht die sichersten und wichtigsten Ergebnisse der Astrophysik sind mit Hilfe eines Prinzips gewonnen worden, das schon vor der Entdeckung der Spektralanalyse von Doppler ausgesprochen wurde. Er wurde darauf aufmerksam, daß die Tonhöhe einer Schallquelle sich ändern müsse für einen Beobachter, der sich ihr nähert oder von ihr entfernt. Bei Annäherung treffen das Ohr in der Sekunde mehr, beim Entfernen weniger Luftstöße, und da der Ton um so höher klingt, je mehr Schwingungen in der Sekunde das Ohr erreichen, so wird bei Annäherung der Ton höher und bei Entfernung tiefer zu sein scheinen als bei gegenseitiger Ruhe. Wenn nun das Licht eine Wellenbewegung ist, muß auch hier etwas Ähnliches stattfinden. Einfarbiges Licht wird bei Annäherung schnellere Schwingungen zu haben scheinen, es wird also blauer werden. Dieses Dopplersche Prinzip wurde erst dann wissenschaftlich verwertbar, als man Licht von bestimmter Farbe, d. h. Wellenlänge, in einem Spektrum genau genug bestimmen konnte, und das geschieht durch die Fraunhoferschen Linien, die eine bestimmte Lage im Spektrum haben. Weiß man, daß im Spektrum der bewegten Lichtquelle eine Wellenlänge vertreten ist, die einer Fraunhoferschen Linie entspricht, und sind beide Linien gegeneinander verschoben, so kann man offenbar aus der Größe der Ver-

schiebung die gegenseitige Geschwindigkeit von Lichtquelle und Beobachter ableiten. Diese Ermittlung der Geschwindigkeit, mit der die Entfernung des Sterns von der Erde sich ändert, ist eine höchst merkwürdige Errungenschaft, die noch vor 70 Jahren wohl jeder Naturforscher für einen ganz unerfüllbaren Traum angesehen hätte. Sie ist ganz unabhängig davon, ob der Stern beliebig weit von uns ist, und die Geschwindigkeit läßt sich in absolutem Maße, in Kilometer pro Sekunde angeben. Freilich muß man sich die Gewißheit verschaffen, daß die beobachtete Verschiebung nicht durch physikalische Einflüsse verursacht ist. Mit diesen keineswegs einfachen Fragen haben die Astrophysiker begonnen, sich zu beschäftigen, und die Zukunft wird sicherlich manche neue Regel auffinden, welche vor falschen Anwendungen des Dopplerschen Prinzips sich zu hüten lehren wird. Nicht selten findet man deutliche in kurzen Perioden schwankende Werte der Geschwindigkeiten. Hier handelt es sich offenbar um anziehende Massen, die den betreffenden Stern zu kurzen Umlaufbewegungen zwingen, und eine eingehendere Betrachtung zeigt, daß es sich um nahe beieinander stehende Sterne handelt, die sich umeinander bewegen, von denen gewöhnlich der eine so schwach ist, daß er nicht gesehen werden kann. Hier führt uns die Astrophysik zu ganz neuen Einsichten, an die sich Probleme interessantester Art anknüpfen, doch muß ich darauf verzichten, sie weiter zu spinnen, um nicht anderes übergehen zu müssen.

Am nächtlichen Himmel fällt selbst bei flüchtigster Betrachtung auf, daß um so zahlreicher schwächere Sterne hervortreten, je größer das benutzte Fernrohr ist, und daß zugleich die scheinbare Verteilung der Sterne ungleichförmiger wird, indem sie sich dort, wo die Milchstraße liegt, am meisten zusammendrängen. Die Milchstraße selbst stellt sich als ein breites, schwachleuchtendes Band dar, das nahezu längs eines größten Kreises am Himmel verläuft. Diese Abhängigkeit der scheinbaren Sternverteilung von der Milchstraße führt zu der wichtigen Erkenntnis, daß die Milchstraße ein Phänomen ist, das organisch mit der Konstitution der uns umgebenden Fixsternwelt verbunden sein muß. Mit der Ausbildung der photometrischen Methoden war es in den letzten 20 Jahren möglich, dem Problem näher zu kommen, aus der scheinbaren Verteilung der Sterne auf die räumliche Anordnung der Weltkörper in den uns umgebenden Teilen des Universums Schlüsse zu ziehen. Es läßt sich mit einiger Sicherheit eine Skizze entwerfen, die in großen Zügen diese Anordnung darstellt. Selbstverständlich muß es kommenden Zeiten überlassen bleiben, diese Skizze in ein detailliertes und kunstgerecht ausgemaltes Bild zu verwandeln. Wir können danach sagen: Die Zahl der leuchtenden Fixsterne mag 100 und mehr Millionen betragen, sie bilden aber ein endliches abgeschlossenes System, einen großen Haufen, der im großen und ganzen die Form einer ziemlich flachen Scheibe hat, wahrscheinlich mit einzelnen Einbuchtungen, Ausläufern und verwachsenen Grenzen. Die größte Ausdehnung hat dieser Haufen in der Richtung der Milchstraße, die kleinste etwa senkrecht auf dieser Ebene. Das Licht, das von der Sonne zu uns in etwa 8 Minuten gelangt, braucht, um von den entferntesten Sternen der Milchstraße uns zu erreichen, etwa 25 000 Jahre, während senkrecht zur Milchstraße die entsprechende Entfernung 6000 Jahre ist. Die Milchstraße zeigt die Richtung nicht nur größter Ausdehnung des Systems, sondern auch die der größten Dichtigkeit an. Diese nimmt von uns, die wir nicht weit von der Mitte des großen Haufens stehen, nach allen Seiten ab, am langsamsten in der Richtung der Milchstraße.

Der menschliche Geist wird aber weiter fragen, ob wir vielleicht Kunde haben von ähnlichen großen Massenverbänden, wie das Milchstraßensystem. In Gebilden wie dem großen Andromedanebel und neuerdings in den vielen Spektralnebeln hat man solche entlegene Weltsysteme erblicken zu können geglaubt. Doch sind das nur Mutmaßungen, denen mit gleichem Recht die andere Mutmaßung gegenübergestellt werden kann, daß alle diese Gebilde unserem Fixsternsystem angehören und gewissermaßen relativ kleine Nachbildungen von ihm darstellen. Die Spiralnebel können zum Teil aus kosmischem Staub

bestehen, der Ansammlungen selbstleuchtender Sterne umhüllt und von ihnen beleuchtet wird. Dann läge kein Grund vor, diese Gebilde in Entfernungen zu setzen, die über das Milchstraßensystem hinausreichen. Leider sind wir gegenwärtig nicht in der Lage, über die scheinbare Verteilung der so überaus zahlreichen Spiralnebel nähere Auskunft zu geben. Es ist sehr wohl denkbar, daß durch die vielen dunklen Massen und Staubwolken, durch welche ganze Weltsysteme voneinander isoliert sind, die Lichtstrahlen, die sonst eine optische Verbindung aufrecht erhalten würden, abgeschwächt und bei den ungeheuren Wegen, die sie zu durchlaufen haben, vielleicht ganz unwirksam werden. So ist es durchaus nicht unwahrscheinlich, daß unser Sternsystem von den übrigen auch optisch fast vollkommen isoliert ist, und daß in der Tat alles, was wir am Himmel sehen, zum Verbands unseres Sternsystems, des Milchstraßensystems gehört.

Betrachtungen über so weite Räume des Universums mögen vielleicht als unfruchtbar bezeichnet werden, verhindern lassen sie sich nicht, solange der menschliche Geist sich nicht durch handwerksmäßige Detailarbeit fesseln läßt. Mit angemessener Kritik ist es sogar erlaubt, weiter zu gehen und Überlegungen anzustellen, ob gewisse Naturgesetze für das Universum Geltung behalten. Die meisten physikalischen Gesetze sind völlig unabhängig von einer unbegrenzten Ausdehnung von Raum und Zeit, und für ihre Anwendung ist es unwesentlich, ob der Raum, in dem wir forschen, durch die Wände unseres Zimmers begrenzt oder bis zu dem entferntesten Stern ausgedehnt wird. Aber anders ist es mit den weittragendsten Gesetzen. Das ganze stolze Gebäude der Bewegungsastronomie beruht auf dem Newtonschen Gesetz, und die ganze neuere Astronomie bildet eine Kette von Bestätigungen dieses Gesetzes, ja man kann sagen, daß mit der Verfeinerung der Beobachtung und der weiter getriebenen Ausarbeitung der Theorie der Anschluß beider aneinander immer enger wird. Wie sich aber das Newtonsche Gesetz, das rein empirischen Charakters ist, stellaren Entfernungen gegenüber verhält, darüber sagt die Erfahrung gar nichts aus, und bei der beliebigen Erweiterung des Gesetzes stellen sich die größten Schwierigkeiten ein. Nicht anders verhält es sich mit den die ganze moderne Betrachtung beherrschenden Energie- und Entropiesätzen. Clausius hat die so vielfach zitierte Formulierung vorgenommen: Die Energie der Welt ist konstant; die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu. Eine genauere Analyse ergibt aber, daß diese Ausdehnung physikalischer Erfahrung auf beliebig große Räume eine unerlaubte Verallgemeinerung darstellt. Für völlig abgeschlossene Systeme darf sicherlich die Erhaltung der Energie als eine feststehende Tatsache angesehen werden. Das Universum ist aber kein abgeschlossenes System und kann niemals als solches angesehen werden. Für das Entropieprinzip liegen die Verhältnisse noch viel ungünstiger, weil seine Geltung schon in endlichen Räumen an einschränkende Bedingungen geknüpft ist. Energie und Entropie der Welt sind also Begriffe, denen ein faßbarer Sinn nicht untergelegt werden kann, und somit sind also auch alle Folgerungen aus ihnen hinfällig. Wollte man übrigens dem Universum in seiner Entwicklung eine Bahn auf ein bestimmtes Ziel zuschreiben, so müßte sie nach rückwärts verlängert auf einen bestimmten Anfang weisen, der in allen Stücken das Gegenteil des Endzustandes sein müßte. Der Entropiesatz beschreibt den Endzustand als den völliger Ausgeglichenheit, wo alle Geschwindigkeiten und Temperaturdifferenzen verschwunden sind, das Weltall in eisiger Ruhe erstarrt ist. Der Anfang müßte also unendlich große Geschwindigkeiten und Temperaturdifferenzen aufweisen — eine Konsequenz, zu der man sich wohl kaum wird entschließen können.

Der Gedanke, daß nicht nur der einzelne Mensch, sondern auch die ganze Gattung und alles, was auf der Erde lebt, unentrinnbar der Vernichtung verfallen ist, wirkt auch auf den, der dem eigenen Leben keinen ungebührlich hohen Wert beimißt, tief erschütternd. Solche Gedanken kann die Wissenschaft nicht verschrecken, denn sie weist nach gleichen Zielen, indem sie nur verschiedene Möglichkeiten offen läßt. Es kann nicht zweifelhaft sein, daß die Wärme-

strahlung der Sonne, die alles Leben auf der Erde nährt, allmählich aufhören wird, und daß schließlich die Lebensbedingungen für höher organisierte Wesen verloren gehen werden. Das Ende des Menschengeschlechts wird also langsam, aber unaufhaltsam herannahen, vielleicht in einer Form, die der Dichter-Astronom Flammarion in so tief ergreifender Weise geschildert hat; vielleicht tritt aber auch an Stelle dieses langsamen Hinsiechens eine plötzliche Vernichtung. Wer möchte leugnen, daß das Verhängnis in einer Staubwolke verborgen liegen kann, die nach unwandelbaren Gesetzen der Mechanik sich uns nähert, um die Erde und das ganze Planetensystem und alles, was hier gelebt und gedacht hat, in verzehrender Flamme zu vernichten? Wer will behaupten, daß nicht etwa das Aufleuchten eines neuen Sternes die in wenigen Augenblicken sich vollziehende Vernichtung geistiger Werte ankündigt, die unvergleichlich höher sind als alles, was die kleine Erde jemals hervorbringen konnte?

Geheimrat Prof. Dr. F. Rinne, Leipzig: „*Mineralogische Charakteristik des krystallinen Zustandes*.“ Der Vortrag betrifft Verhältnisse, die neuerdings besonders stark in den Vordergrund allgemein wissenschaftlichen Interesses getreten sind und von jeher von großer naturkundlicher Bedeutung waren, insofern es sich dabei um ein Material handelt, welches im Bau der Erde mit gewaltiger Beteiligung am Ganzen erscheint; kann man doch annehmen, daß es als steinerne Schale unseres Planeten an 50–100 km in die Erdkruste hinabreicht.

Die allgemeine Erscheinung der Krystalle mit ihrer individuellen Abgeschlossenheit von der Außenwelt und ihrer Entstehung in Form winziger Keime, denen die Möglichkeit innewohnt, zu wachsen und auch ev. zu vergehen, stellt sie in gewisse Parallelen mit Gliedern der organischen Welt. Allerdings ist nicht zu verkennen, daß die besondere Art ihres Werdens durch generatio spontanea von der stets ex ovo sich vollziehenden Bildung organischer Individuen durchaus verschieden ist. Auch ist die gewöhnliche Weise ihres Wachstums durch Umschaltung dem des Lebendigen, das sich durch Innenaufnahme vergrößert, entgegengesetzt. Indes gibt es in der Hinsicht keine scharfe Grenze; man kennt Krystalle, die nachträglich Stoffe zu inkorporieren vermögen, so die quellenden und flüssigen unter ihnen, und solche, wie Eisen und Gold, die in erhöhter Temperatur Substanzen in sich hineindiffundieren lassen. Das höchst merkwürdige Zusammenfließen sehr kleiner fester krystalliner Teilchen, etwa Kalkspat, Zink, Cadmium, zu größeren, marmorartig aggregierten Gebilden, gehört gleichfalls hierher. Weitab aber steht der anatomische Befund der Krystalle von dem der Organismen. Hat man bei diesen auch in den niedrigsten Formen, den micellar struierten Plasmaklumpchen, in sich Ungleichmäßiges vor sich und bei den höheren Typen Aggregate von Zellen, so ist der Krystall das Symbol des Homogenen, insofern ein Teilchen des Individuums in jeder Hinsicht genau so beschaffen ist und sich genau so verhält wie ein beliebiges anderes.

Einen sehr charakteristischen Ausdruck ihres inneren Wesens stellt die oft so prächtige Ausschmückung der Krystalle durch natürliche ebene Flächen, gerade Kanten und scharfe Ecken dar. Diese regelmäßige Abgrenzung ist zwar nur ein gelegentlicher, nicht ein notwendiger Ausdruck der inneren Harmonie, die dem Krystallinen innewohnt, indes bietet solche geometrische Physiognomie krystallisierter Materie vortreffliche Hinweise für die Erkundung ihres Wesens.

Merkwürdig lange hat es allerdings gedauert, bis die Bauregeln der Krystallwelt bekannt wurden. Die Naturbeobachter unter den Griechen und Römern haben sie übersehen. Erst Steno (1669) und Haüy (1803) legten die grundlegenden Gesetze natürlicher Architektur im anorganischen Reiche dar. Sie bestehen in der Konstanz der Neigungswinkel der Krystallflächen bei den Individuen einer Art, etwa aller Quarze, und in einer sehr eigenartigen, die Ornamentik stark einschränkenden Beziehung der Umgrenzungsflächen eines Krystalles zueinander, die als Gesetz der einfachen rationalen Achsenschnitte vom Vortr. näher erläutert wurde.

Die Natur als Architekt des Krystallinen steht also in starkem Gegensatz zur menschlichen Baukunst. Während

die Winkel von Linienzügen, z. B. im Umriß von Gebäuden oder von Ornamenten an solchen, ins freie künstlerische Belieben gestellt sind, ist die Formgebung im natürlichen anorganischen Reiche im Sinne einer großen Einfachheit bedingenden Regel fest gebunden. In den von der Natur gewissermaßen als klassisch gekennzeichneten Zahlen der harmonischen Reihen V. Goldschmidts drückt sich dies Gesetz aufs klarste aus.

Dazu kommt bei den Krystallbauten ein mit der Haüy'schen Grundregel eng zusammenhängendes Symmetriegesetz, das man in Ansehung des künstlerischen Eindrucks, den bekanntermaßen der Symmetriegrad eines Gegenstandes auf den Beschauer macht, als das Schönheitsgesetz im Reiche der Krystalle bezeichnen kann. Der Vortr. schilderte in der Hinsicht die Rolle, welche Symmetrieebenen und Symmetriachsen spielen, welche letztere gewissermaßen den Rhythmus versinnbildlichen, in welchem die um eine Richtung gruppierten Bauteile gleicher Art in wechselnder Lage wiederkehren. Es ist von hohem Interesse, daß die Natur bei der Ornamentierung der Krystalle mit einfachsten Mitteln arbeitet, z. B. keine oder 1, 2, 3, 4, 5, 7 und nie mehr als 9 Symmetrieebenen anwendet, und daß sie die rhythmische Wiederholung nur nach der Zwei-, Drei-, Vier- und Sechszahl zuläßt; eine Wiederkehr von Ornamenten über die Sechszahl hinaus ist also ebenso ausgeschlossen wie der Rhythmus nach der Fünf, der in der Tier- und Pflanzenwelt eine so große Rolle spielt. Regelmäßige Achtecke oder Zwölfecke als Querschnitt einer Krystallform widerstreiten den Grundgesetzen und fehlen daher gleichfalls. Es ist natürlich nicht etwa zu erwarten, daß entsprechend der Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt sich solche höhere Symmetrien im Reiche der Krystalle im Laufe der Zeit noch herausbilden werden. Der Evolutionsgedanke hat in der mineralogischen Welt keine Gültigkeit.

Eine andere Frage, die manche bejahen möchten, ist die, ob nicht die große Summe der in sieben Baustile zu teilenden 32 Symmetriegruppen der Krystalle, die man auf dem Boden des Haüy'schen Gesetzes ableiten kann, lediglich auf die regelmäßige Aggregation unsymmetrischer Urformen zurückzuführen ist. Manche geometrische und optische Umstände, die der Vortr. demonstrierte, sprechen dafür.

Hinsichtlich der Verteilung der kristallographisch bekannten Stoffe auf die verschiedenen Baustile oder Systeme lehrt die Statistik, daß die chemisch einfach aufgebauten Substanzen, wie die Elemente, Oxyde, Sulfide, Ausbildungen mit hochsymmetrischer innerer Bauart (die sich im sog. Achsenkreuz der Krystalle ausdrückt) bevorzugen, weiter aber, daß im Rahmen dieser Systeme bei den erwähnten Stoffen miteinander in Beziehung stehende und auf den Würfel leicht zurückzuführende Winkelverhältnisse herrschen. Dieses auffällige Heraustreten bestimmter Baugruppen in den Krystallsystemen, die sog. Isotypie, läßt erkennen, daß hier ein bedeutsames architektonisches Moment sich geltend macht, nämlich die Tendenz nach möglichst stabiler Bauart.

Außer den schönen, regelmäßig eckigen Formen der Krystallwelt hat die Praxis der Forschung, insbesondere in der durch das Mikroskop erschlossenen Welt des Kleinen, noch eine Fülle höchst merkwürdiger Erscheinungen bekanntgegeben, bei denen verrundende Oberflächenkräfte eine große Rolle spielen. Besonders eigenartig sind in dem Sinne die Lehmannschen flüssigen Krystalle, deren krystalline Natur der Vortr. durchaus anerkannte. Beim Gros der starren Krystallgebilde aber tritt als charakteristischer Zug der sprunghafte Wechsel der geometrischen Umgrenzung heraus.

Diese von vornherein überraschende Eigenschaft des springenden Wechsels der Qualitäten erscheint auch zum Teil wieder im physikalischen Verhalten krystalliner Materie. In ihr kann es bestimmte, genau gerichtete Ebenen größter Sprödigkeit (der Spaltbarkeit) oder solche der Plastizität geben, welche letztere ein leichtes Gleiten parallel zu diesen Flächen gestatten, Umstände, die bei der Gletscherbewegung, sowie den merkwürdigen geologischen Dislokationen der Salzgesteine im deutschen Boden und beim Schmieden der Metalle eine große Rolle spielen. Im optischen Verhalten hingegen erweist sich der etwaige Wechsel der Eigenschaften beim Krystall als kontinuierlich mit der

Richtung, also ohne Sprung sich ändernd. Zum Beispiel wechselt die Wellenlänge des Lichtes, wenn überhaupt, im Krystall ganz allmählich mit der Richtung.

Schließlich ist nicht zu verkennen, daß auch die chemischen Eigenschaften der krystallinen Materie wenigstens in quantitativem Sinne, und zwar wie es scheint, diskontinuierlich variieren. Das zeigt sich z. B. an Lösungspräparaten von Gips, Kalkspat und Steinsalz. Die Intensitätskurven chemischer Vorgänge an krystalliner Materie weisen beim Verfolg der Richtung, in der sie voranschreiten, deutliche Knicke auf.

So treten denn homogenes Wesen und gesetzmäßiger Wechsel der Eigenschaften mit der Richtung als besonders bedeutsame Charakterzüge der krystallinen Materie heraus.

Diese Hauptprinzipien des Krystallins versinnbildlichen die sog. Raumgitter bzw. regelmäßigen Punktsysteme, aus denen man sich die Krystalle aufgebaut denkt. Deren geometrische Verhältnisse und die chemischen Umstände des sog. Polymorphismus, der Isomorphie, auch die Eigenart mancher krystallinen Stoffe, sich ohne Gefährdung des Krystallgebäudes kristallographisch-chemisch ab- und umbauen zu lassen, werden auf Grund der Raumgittertheorie durchaus verständlich. Daß es bisher nicht gelang, in optischer Hinsicht den regelmäßig lückigen Punktgitterbau der Krystalle sichtbar zu machen, liegt an der gegenüber der Feinheit der Moleküle und ihrer Abstände doch immerhin ungeschlachten Art der Wellen des gewöhnlichen Lichtes. Die fundamental wichtigen Versuche L a u e s und seiner Mitarbeiter haben in der Hinsicht Wandel geschaffen, insofern es scheint, daß der Aufbau gewisser Krystalle aus regelmäßig angeordneten submikroskopischen Teilchen sich durch die Beugungsbilder der sehr kleinwelligen, also den molekularen Verhältnissen besser angepaßten Röntgenstrahlen bekundet.

Wie der Vortr. zum Schluß hervorhob und demonstrierte, steht nach all diesen Erfahrungen die krystalline Materie in ausgeprägtem Gegensatz zu den allseitig symmetrischen amorphen Stoffen. Zwar kann man in letzteren überraschende Annäherungen an das Krystalline im geometrischen und optischen Verhalten durch gerichtete mechanische Beanspruchung zuwege bringen. Indes wird dadurch das Amorphe nicht zum normalen Krystall, dessen Grundzug, auch ohne den Zwang äußerer Momente, lediglich unter dem Einfluß innerer Kräfte, in allen Teilen homogene Gruppierung der Partikel aufzuweisen, hierbei nicht erreicht wird.

Alles in allem genommen erscheint in der Tat, wie der Vortr. heraus hob, die krystalline Materie als eine wunder-same Welt voll allgemein wichtiger Aufgaben für den natur-

wissenschaftlichen Forscher. Ein jedes Körnchen, des in so gewaltiger Menge beim Bau der Erde verwendeten Materials ist ein Mikrokosmos, dessen Erkundung nicht nur den wissenschaftlichen Sinn befriedigt, sondern auch das künstlerische Gemüt durch die Schönheit der Erscheinungen erfreut, mit welcher der krystalline Stoff dem Experimentator sein Wesen erschließt.

Von den vielen geselligen Veranstaltungen seien die glänzenden Empfänge bei Hofe (etwa 3000 Teilnehmer) und im Rathaus der Stadt Wien sowie der Ausflug auf den Semmering hervorgehoben. Von den Ausstellungen seien die Ausstellung „Anwendung der Photographie in Naturwissenschaft und Medizin“, und die „III. Internationale pharmazeutische Ausstellung“ erwähnt.

Von den geschäftlichen Verhandlungen sei folgende Resolution wiedergegeben, über die bis zur nächstjährigen Beschlußfassung auf der Tagung in Hannover diskutiert werden soll:

Resolution.

1. Daß im Interesse der verschiedenen Disziplinen auf naturwissenschaftlich-medizinischem Gebiete zum Zwecke der Verbesserung der Abteilungssitzungen auf der Naturforscherversammlung und um auch dort gute allgemeine Vorträge zu ermöglichen, die großen allgemeinen Vereine auf naturwissenschaftlich-medizinischem Gebiete sich gemäß des ev. zu reformierenden § 16, Absatz 2 der Geschäftsordnung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte an der Organisation beteiligen.

2. Daß diese Gesellschaften unter Änderung der Satzungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte im Ausschuß der Gesellschaft entsprechend Vertretung finden.

3. Daß bei einer Änderung der Satzungen der Naturforschergesellschaft vorzusehen ist, um vorbildlich für andere Gesellschaften zu wirken, die Naturforscherversammlung nur alle zwei Jahre tagen zu lassen, wobei es dann den anderen Gesellschaften überlassen bleibt, ob sie ihre jährliche oder mehrjährige Versammlung unabhängig oder gemeinsam mit der Naturforscherversammlung halten wollen.

4. Daß die Tagung der Naturforschergesellschaft wenn möglich verkürzt und die geselligen Veranstaltungen vereinfacht werden.

5. Daß die Naturforschergesellschaft eine Zentralstelle für Veranstaltung von Kongressen aller Art auf medizinisch-naturwissenschaftlichem Gebiete organisiert, um als Informationsstelle für alle derartigen Veranstaltungen zu dienen.

Abteilungssitzungen der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe.

Abteilung 5.

Chemie und Elektrochemie.

Montag, den 22. September.

G. Ciamician und F. Silber, Bologna: „Über Autoxydation einiger Ketone im Lichte.“ Als Fortsetzung der bekannten Untersuchungen über chemische Lichtwirkungen, welchen die Vff. seit einer Reihe von Jahren obliegen, hält der eine von ihnen (Prof. Ciamician) einen kurzen Vortrag über die in der Überschrift angedeuteten photochemischen Reaktionen. Es wird darin gezeigt, daß einige Ketone bei der Oxydation im Lichte eine ähnliche Spaltung erleiden, wie bei der Photohydrolyse, welche öfters die Autoxydation begleitet. Es wurden untersucht die Ketone: Auton, Cyclohexanon, die drei isomeren Methylcyclohexanone und das Methylhepton.

Das Aceton zerfällt bei der Autoxydation im Licht in Ameisensäure und Essigsäure. Das Cyclohexanon zerfällt durch Hydrolyse in normale Capronsäure und durch Oxydation in Adipinsäure.

Die drei Methylcyclohexanone verhalten sich in ähnlicher entsprechender Weise.

Das Methylhepton erfährt bei der Autoxydation eine stufenweise fortschreitende Sauerstoffablagerung, welche schließlich zur Spaltung in Aceton und Lävulinsäure führt.

Die Autoxydation im Licht, d. h. die durch das Licht

bewirkte Aufnahme von freiem Sauerstoff, führt zu denselben Produkten, die sonst nur durch Anwendung starker Oxydationsmittel, wie Chromsäure und Kaliumpermanganat, zu erzielen sind.

Die Autoxydationen spielen in der Natur eine große Rolle, und es ist besonders die natürliche Desinfektion durch das direkte Sonnenlicht ihnen zuzuschreiben.

Prof. Dr. M. A. Rosanoff, Worcester, Mass. U. S. A.: „Über die Dynamik der Esterbildung und Hydrolyse, mit spezieller Rücksicht auf das Viktor Meyersche Estergesetz.“

Vor einigen Jahren veröffentlichte Vortr. gemeinschaftlich mit einem seiner Studenten eine Reihe von Messungen in bezug auf die Viktor Meyersche Esterregel. Nach dieser Regel verlangsamt bekanntlich ortho-Substitution die Esterifizierungsgeschwindigkeit aromatischer Säuren sehr beträchtlich. Ihre Messungen fielen im Einklang mit der Esterregel aus, und es gelang, selbst die Esterifikationsgeschwindigkeit der diortho-substituierten Säuren zu messen, deren Reaktionsgeschwindigkeit unter gewöhnlichen Bedingungen so gering ist, daß von vielen Seiten diese Säuren als überhaupt nicht esterifizierbar angesehen wurden. Es interessierte aber hauptsächlich der Umstand, daß V. Meyers Hypothese über die Ursache der Verlangsamungen mit einigen unserer Beobachtungen nicht zu stimmen schien. Vortr. hat im Auge namentlich die wohlbekannte Hypothese der sterischen Verhinderungen. Diese Hypothese, die von