

# Bericht des Gesamtvereines über seine Tätigkeit im Jahre 1906.

Zusammengestellt vom redigierenden Sekretär des Vereines

Prof. Dr. K. Fritsch.

## 1. Versammlung am 20. Jänner 1906.

Herr Prof. Dr. R. Klemensiewicz hielt einen Vortrag:

### Über Malaria.

Über den ganzen Erdkreis zerstreut findet man gewisse Gebiete, die der Mensch nur unter Gefährdung seiner Gesundheit betreten kann. Sowohl die Eingeborenen als auch nicht einheimische Bewohner solcher Örtlichkeiten, besonders leicht die letzteren, erwerben sehr häufig eine Krankheit, die durch mehr oder minder charakteristische Symptome ausgezeichnet sind.

Unter diesen Symptomen ist meist das Fieber auffällig und zwar nicht nur durch die Heftigkeit, mit der es gelegentlich auftritt, sondern insbesondere durch den Typus, den der Verlauf des Fiebers zeigt. — Schon der Name einer in gewissen Gegenden Europas einheimischen derartigen Krankheit deutet den Fiebertypus an. — Unter diesem bei uns vorkommenden „Wechselfieber“ verstehen wir eine Krankheit, bei der Fieberanfälle und fieberfreie Zeit in periodischem Wechsel aufeinander folgen.

Das Wechselfieber ist eine typische Malariakrankheit, das heißt, sie findet sich nur an bestimmten Örtlichkeiten, meist Sumpfgegenden, an denen alle Bedingungen zur Entwicklung der Krankheit vorhanden sind, über welche eben mein heutiger Vortrag im allgemeinen berichten soll.

Die Bezeichnung Malaria stammt aus dem Italienischen (Dialekt) und bedeutet so viel als schlechte Luft — aus welcher

alten Bezeichnung schon hervorgeht, daß man diese Krankheiten für gebunden hielt an Örtlichkeiten, an denen eine schlechte ungesunde Luft herrscht.

Wie Ihnen bekannt ist, unterschied man die ansteckenden Krankheiten in solche, die sich von Mensch zu Mensch oder Tier zu Tier, also von Individuum zu Individuum übertragen, und in solche, bei denen nur eine Übertragung vom Grund und Boden oder von der Örtlichkeit auf das empfängliche Individuum zu beobachten ist.

Erstere Krankheiten nennen wir *kontagiöse* Krankheiten, letztere, die an den Grund und Boden gebundenen, *miasmatische* Krankheiten. Den Krankheitsstoff, dessen Eindringen in den menschlichen oder tierischen Körper die Ansteckung bewirkt, nannte man dementsprechend *Kontagium*, respektive *Miasma*.

Die Malaria-krankheiten rechnete man zu den miasmatischen Krankheitsprozessen. Alle Krankheiten, welche dem eingangs erwähnten Merkmale der örtlichen Ansteckungsgefahr entsprechen, bezeichnete man als *miasmatische* Krankheiten. Während man zur Zeit, als man die Begriffe *Kontagium* und *Miasma* aufstellte, nur ganz ungenügende Kenntnisse über deren Natur und ihre Eigenschaften hatte und sich in den meisten Fällen mit zum Teil uninhaltbaren Hypothesen begnügen mußte, steht jetzt die Sache anders. Durch Entdeckungen auf dem Gebiete der Bakteriologie und der Lehre von den tierischen Parasiten, welche an die Namen eines Pasteur, R. Koch, Laveran, Ross, Schaudin und viele andere gebunden sind, wurden *Kontagien* und *Miasmen* als Lebewesen erkannt. Die Entstehung und Verbreitung der ansteckenden Krankheiten erwies sich als gebunden an die Lebenseigenschaften der Krankheitserreger und ihrer Träger.

Gerade die Malariaforschung hat in dem letzten Dezenium derartige Fortschritte gemacht, daß wir sie als eine der interessantesten Episoden in der geschichtlichen Entwicklung unserer Kenntnisse über die ansteckenden Krankheiten betrachten können.

Ich muß nun, den Erörterungen vorgreifend, bemerken, daß ich zum Zwecke der Demonstration etwas über den

Rahmen der durch den Titel des Vortrages gekennzeichneten Auseinandersetzung hinausgehen und einige Beispiele von Krankheiten anführen werde, welche in mancher Hinsicht Ähnlichkeit mit der Malaria haben, aber diesen nicht zugerechnet werden. Das geschieht ausschließlich aus dem Grunde, weil wir außer Wandtafeln und photographischen Abbildungen kein Demonstrationsmateriale für Malaria besitzen, ich aber in der Lage bin, Ihnen Krankheitserreger sowohl in Abbildungen nach Präparaten, als auch lebend zu zeigen, die ebenso wie die Erreger der Malaria im Blute der infizierten Individuen vorkommen.

Bei der Malaria sind aber die Entdeckungen so weit gediehen, daß wir einen befriedigenden Überblick über die Verhältnisse gewinnen können, während bei ähnlichen Krankheiten die Untersuchungen noch weitaus nicht so erfolgreich gewesen sind und noch vieles in Dunkel gehüllt ist.

Laveran war der erste, der den sicheren Nachweis lieferte, daß bei Malariakranken das Blut durch ein kleines, den niedersten Tiergattungen zuzurechnendes Lebewesen infiziert sei. Diese kleinen Lebewesen finden sich meist an oder in den roten Blutscheibchen und zeigen sehr verschiedene Formen, die sich im Verlaufe der fortschreitenden Untersuchungen als Entwicklungsstadien einer Art von Lebewesen erkennen ließen. Es hat viele und sehr mühselige Arbeit gekostet, die nur unter der Mitwirkung ganz hervorragend in der Naturgeschichte dieser modernen Tierspezies bewanderter Zoologen möglich war, um schließlich zu einem befriedigenden Resultat zu gelangen.

Insbesondere haben die zur Herstellung der mikroskopischen Blutpräparate ersonnenen Färbungsmethoden wesentlich zur Erkennung der verschiedenen Entwicklungsformen beigetragen.

Eine Tafel über die mit Romanowskys Färbung gewonnenen Bilder erörtert das Gesagte.

Mit der Entdeckung des im Blute vegetierenden Lebewesens war aber der Modus des Eindringens (die Infektion) noch nicht erklärt. Ja zu jener Zeit, als Laveran (1880) den Erreger entdeckt und Golgi (1885 und 1886) den Entwicklungs-gang der Malaria-parasiten (Tertian und Quartan) klargelegt

hatte, tauchten noch einzelne Forscher mit neuen, den Bakterien zuzuzählenden Malariaerreger auf. — Klargestellt wurde die Beziehung des von Laveran entdeckten Erregers zur Malaria erst durch die Entdeckung von Ross, welcher nachwies, daß sich die menschlichen Malariaparasiten in einer Mücke (in *Anopheles*) weiter entwickeln. — Ich muß auch hier wieder die Bemerkung anschließen, daß außer Ross noch eine große Anzahl verschiedener Forscher, den verschiedensten Nationen angehörig, zur Klarstellung der äußerst verworrenen Tatsachen beitrugen. So war es insbesondere der Zoologe Grassi, welcher den Entwicklungsgang der drei bis jetzt bekannt gewordenen Malariaparasiten klarlegte.

Eine schematische Tafel erörtert den doppelten Entwicklungsgang (Mensch—Mücke).

Nachdem die Frage der Entwicklung des Malariaparasiten in Mensch und *Anopheles*-Mücke durch die experimentelle Methode in befriedigender Weise gelöst war, ging man daran, zu untersuchen, ob auch andere Mückengattungen in Beziehung zur Malaria stünden und ob auf andere Art, als durch den Stich der Mücke eine Übertragung möglich sei. Ross hatte nämlich schon 1898 den Nachweis geliefert, daß bei einer das Geschlecht der Vögel (Sperlinge, Falken, Krähen, Tauben) befallenden Malaria dessen Erreger ein anderes niederes tierisches Lebewesen, das *Proteosoma* ist, eine andere derselben Familie, wie *Anopheles* angehörige Mücke, nämlich *Culex pipiens* der Überträger sei.

Es ist das Verdienst R. Kochs, den Nachweis geliefert zu haben, daß die menschlichen Malariaparasiten nur zwischen Mensch und Stechmücke zirkulieren.

Abgesehen von den vielfältigen Impfversuchen, welche R. Koch angestellt hat, um den menschlichen Malariaparasiten auf Tiere (auch auf menschenähnliche Affen) zu übertragen, geben hier auch die zahllosen Blutuntersuchungen bei den verschiedensten Tierarten Aufschluß darüber, daß der menschliche Malariaparasit nur im Menschen und in der Stechmücke sich entwickeln kann.

Um nun diese durch wissenschaftliche Untersuchungen festgestellte Tatsache noch experimentell weiter zu stützen,

machten drei englische Forscher, Samson, Low und Rees, folgenden Versuch: Sie bewohnten in der Nähe des als Fiebernest allerschlimmster Art berüchtigten Ostia ein Haus, dessen Fenster und Türen durch gute Drahtnetze gegen das Eindringen von Mücken geschützt waren. Sie machten während des Tages, sowie andere Umwohnende, die alle an Malaria litten, Bewegung im Freien, blieben aber von Sonnenuntergang bis zum Sonnenaufgang, also zur Schwärzzeit der Mücken, in ihrem Häuschen. Alle drei Forscher blieben dauernd frei von Malaria. Der einzige Einwand wäre der, daß die Betreffenden eine zufällige hohe Immunität gegen Malaria besessen hätten, die aber bei Europäern niemals beobachtet wurde. Übrigens hat sich dieser Schutz gegen Mückenstich in Malariagegenden, in dieser und anderer Art systematisch durchgeführt, seither schon vielfältig als wirksam erwiesen.

Wir stehen heute also auf dem Standpunkte, daß Malaria-parasiten nur im Blute des malariakranken Menschen und im Leibe der Stechmücke *Anopheles* vorkommen.

Wo beide Bedingungen vorhanden sind, dort ist eine Malariagegend.

Wie der Infektionsmodus sowohl beim Menschen als auch bei der Mücke zustande kommt, wurde schon an der schematischen Tafel erörtert.

Hier sei noch erwähnt, daß bei der Gattung *A.* nur das Weibchen Blut saugt, daß das eingesogene Blut in den Magen des Tieres gelangt, wo die Weiterentwicklung, insbesondere die Befruchtung der weiblichen Zellen zustande kommt und erst die sichelförmigen Ookineten, die Wandung des Magens durchdringend in dieser zu größeren kugeligen Gebilden (Oocyste) auswachsen. In dem Inneren dieser Oocysten entstehen die Sichelkeime, welche schließlich in die Speichel- oder Giftdrüse und von da auch zu dem im Stechapparat gelegenen Ausführungsgang derselben gelangen.

Dieser Entwicklungsgang und die Infektion der Organe der Stechmücke mit den in der Oocyste gebildeten Sichelkeimen bedarf bei einer Temperatur von 28—30° C. etwa 8 Tage.

Das blutsaugende Weibchen verharrt einige Zeit nach der

Fütterung mit Malariablut in Ruhe und sticht erst wieder nach einiger Zeit. Beim Einstich verbreiten sich die im Speichel und Stechapparat vorhandenen Sichelkeime auf und in die Wunde und bewirken so die Infektion.

Nach der Infektion vergeht eine Anzahl von 10—12 Tagen, die auch in den schwersten Fällen nur auf 5—6 Tage herabsinkt, bevor der erste Fieberanfall auftritt. Auch bei künstlicher Übertragung finden wir keine kürzere als fünftägige Inkulationszeit.

Um das Wechselseife zu verhüten, sind verschiedene Maßnahmen ergriffen worden.

Nach den gegebenen Erörterungen kann es sich handeln, einen vorübergehenden Schutz dadurch zu erzielen, daß man den Mückenstich zu vermeiden trachtet.

Dauernden Schutz würden nur Maßnahmen gewähren, die darauf ausgehen, entweder den Malariaparasiten zu vernichten und damit die Infektion der Mücke unmöglich zu machen, oder den Vernichtungskampf gegen die Mücken durchzuführen. Beide Maßnahmen sind schon, und zwar mit Erfolg durchgeführt worden. In dem Chinin besitzen wir ein sehr wirksames, die Parasiten abtötendes Gift, dessen Heilkraft bei Malaria schon seit langem bekannt ist und sich auch in dieser Hinsicht bewährt hat, als Individuen, welche sich vor dem Betreten der Malariagegend einer systematischen Chininkur unterwarfen und diese während ihres Aufenthaltes fortsetzten, von der Malaria verschont blieben. Auch die systematische Untersuchung der Einwohner von Malariagegenden auf die Anwesenheit von Parasiten im Blute und die Behandlung solcher mit Chinin hat gute Erfolge aufzuweisen.

Zur Bekämpfung der Anopheles hat man verschiedene Maßnahmen ergriffen, unter denen sich das Übergießen von stehenden Wässern mit einer nicht zu dünnen Schicht von Petroleum als wirksam erwies, wenn die lokalen Verhältnisse eine genaue Durchführung der Methode gestatten.

Wir haben somit in der Malaria eine Infektionskrankheit kennen gelernt, bei welcher die Übertragung des Krankheitskeimes auf den Menschen durch Insekten zustande kommt und der Krankheitskeim selbst ein Lebewesen ist, welches im

Blute parasitiert und hier verschiedene Entwicklungsstufen durchmacht.

Infektionskrankheiten, die durch Blutparasiten hervorgerufen sind, kennen wir viele, und ich will Ihnen nun einige Beispiele solcher Krankheitsprozesse anführen, die in Bezug auf diese beiden Punkte der Übertragung durch Insekten und der Anwesenheit von Parasiten im Blute in Parallele gestellt werden können mit der Malaria.

Eine in Europa in den Niederungen des Wolgabietes und Kaspischen Meeres endemische Krankheit, der Rückfalltyphus (Febris recurrens; Astrachansche Krankheit), wird durch Blutparasiten von schraubenförmiger Gestalt hervorgerufen. Diese von Obermeier entdeckten und als Spirillen bezeichneten Gebilde wurden von Schaudinu in neuerer Zeit als Entwicklungsstadien von Protozoen (Spirochäten) erklärt, doch ist ihre Stellung im System der Lebewesen noch nicht mit Sicherheit erkannt. Dagegen hat R. Koch dieselben Erreger bei Rückfalltyphus in Deutsch-Ostafrika gefunden und den Nachweis zu liefern vermocht, daß diese Krankheitskeime durch Zecken (Ixodes) auf den Menschen übertragen werden. Diese als Rückfalltyphus bekannte Krankheit ist durch periodische Fieberanfälle charakterisiert, die eine mehrtägige Dauer haben und durch ebensolang dauernde fieberfreie Intervalle getrennt sind. Diese Periodizität der Anfälle, von denen der erste meist der heftigste und andauerndste ist, hat zum Namen des Fiebers geführt.

Eine der Malaria in Bezug auf das epidemiologische Auftreten äußerst ähnliche Krankheit ist das in den tropischen und subtropischen Teilen des amerikanischen Kontinentes und seiner Inseln einheimische „Gelbfieber“. Der Erreger dieser schweren Tropenkrankheit ist nicht bekannt, dagegen haben die während und nach dem spanisch-amerikanischen Kriege auf Kuba und an anderen Orten angestellten Versuche, sowie die prophylaktische Anwendung von Mosquitonetzen den sicheren Beweis erbracht, daß der Krankheitsstoff durch eine Stechmücke, und zwar durch *Stegomyia fasciata* auf den Menschen übertragen wird. In Rio de Janeiro wird auch seit einigen Jahren der Vernichtungskampf gegen diese Mücke, entsprechend den bei

Malaria gemachten Erfahrungen, systematisch unter Anwendung eines wohlorganisierten Sanitätskorps mit Erfolg durchgeführt, sodaß zu hoffen ist, daß nach Niederlegung der alten Stadtteile und der Assanierung des Stadtgebietes die Fieberherde auch vernichtet sein werden.

Ähnlich der Malaria als eine an die Örtlichkeit gebundene miasmatische Krankheit ist auch das Texasfieber oder die Haemoglobinurie (Blutharnen) der Rinder. Der Krankheitserreger ist hier ein in den roten Blutscheibchen parasitierendes Protozoon. Das Piroplasma, das in die Larve einer Zeckenart (*boophilus bovis*) gelangt, welche auf der Haut des Tieres sitzt. Im Inneren der Zecke entwickelt sich das Piroplasma in verschiedenen Entwicklungsformen, die schließlich nach dem Abfall des vollgesogenen Tieres mit diesen auf die Weide gelangen und nach dem Ablegen der Eier in diesem vorzufinden sind. Die aus den Eiern sich entwickelnden Larven sind mit Pirosoma infiziert und vollenden ihren weiteren Entwicklungsgang auf der Haut des Rindes, das sie auf diesem Wege infizieren.

Eine große Gruppe von Krankheiten der Tiere und Menschen miasmatischen Charakters ist insoferne der Malaria ähnlich, als es sich bei allen diesen verschiedenen Krankheitsformen um Blutparasiten handelt, welche ein und derselben Gattung *Trypanosoma* angehören, während bei einigen dieser Krankheitsformen auch bekannt ist, daß die Übertragung durch Insekten geschieht. Diese Krankheiten sind bekannt unter den Namen der Surrakrankheit der Einhufer Indiens, der Nagana oder Tsetsefliegenseuche der Rinder, Pferde, Maultiere, Antilopen, Kamele, Büffel und Hyänen vieler Gegendens Afrikas, des Mal de caderas der Pferde Südamerikas, der Dourine oder Beschälkrankheit der Pferde Algeriens und gewisser Distrikte des südlichen Europas, der Galsiekte (Gallsucht oder Gelbsucht) der Rinder des Kaplandes und schließlich der Trypanosomiasis des Menschen, die endemisch als Schlafkrankheit der Neger Ugandas und endemisch und sporadisch als schwere Infektionskrankheit in den Gebieten des Congo und Gambia vorkommt. Jede dieser Krankheiten ist durch eine spezielle Art von Blutparasiten, die alle der Gattung *Trypanosoma* zugehören, hervorgerufen. Wir besitzen

im Laboratorium zwei Arten von Trypanosomen, die auf Ratten und Meerschweinchen lebend erhalten werden. Die eine dieser Arten ist das Trypanos. Brucei, der Erreger der Nagana-Krankheit, die zweite ist das Trypanosoma Lewisi, eine Trypanosomenart, die nach den Entdeckungen des Engländer Lewis im Blute wilder Kanalratten (Hausratte) vorgefunden wird. Vor Jahren hatten wir Gelegenheit, bei einer spontan unter den Ratten eines bestimmten Stadtviertels auftretenden Epidemie eine große Zahl infizierter Tiere zu erlangen und die Entwicklung dieses Trypanosoma im Rattenblute zu studieren.

Damit gehe ich über zu den Demonstrationen, welche sich auf die Projektion einiger Photogramme von Malaria, Rückfalltyphus und Trypanosomenblut und auf gefärbte und frische Blutpräparate erstrecken.

## 2. Versammlung am 3. Februar 1906.

Herr Eisenbahn-Oberinspektor A. Pauer sprach:

### Über Schweden und Norwegen.

Skandinavien, vor etwa zwanzig Jahren noch wenig bekannt, ist heute, dank der Vervollkommenung der Verkehrsmittel, ein Mekka geworden, wohin zur schönen Sommerszeit Tausende von Reiselustigen aus allen Teilen Europas pilgern. Zwischen dem  $4^{\circ}$  und  $32^{\circ}$  östlicher Länge und vom  $55^{\circ}$  bis  $71^{\circ}$  nördlicher Breite liegt die größte europäische Halbinsel, deren Flächeninhalt  $772.878 \text{ km}^2$  umfaßt, wovon auf Schweden  $450.570 \text{ km}^2$ , auf Norwegen  $322.308 \text{ km}^2$  entfallen. Der Bodengestaltung nach ist Norwegen durchaus Gebirgsland, während Schweden großenteils der niedrigeren Terrassenlandschaft angehört. Mit einem anderen Gebirgssystem Europas steht es außer Zusammenhang. Der Gebirgszug hat eine Länge von  $1800 \text{ km}$  und eine Breite von  $300 \text{ km}$ . Als Massengebirge ist es einförmig, die Erhebungen schwanken zwischen  $800$  bis  $1200 \text{ m}$ , doch kommen im nördlichen Norwegen Gipfelhöhen bis  $2560 \text{ m}$  vor. Die Formation besteht vorzugsweise aus Gneis und Glimmerschiefer, vulkanische Gesteine sind Seltenheiten. Öde Hochflächen wechseln mit wilden Schluchten, kahle vegetationslose Bergabhängen mit von ewigem Schnee bedeckten

Kuppen. Skandinaviens Wasserreichum ist weltbekannt; malerische, silberklare Seen schmiegen sich an den Saum unabsehbarer Tannen- und Föhrenwälder, den Fuß mächtiger Gletscher von riesiger Ausdehnung umspielen die klaren Fluten der bis zu Längen von 125 km tief in das Land eindringenden Meeresarme. Diese Golfe, Fjorde genannt, bilden in ihrer Vereinigung von Fels, Eis und Meer ein Naturschauspiel von überwältigender Schönheit. Unter melodischem Rauschen und Plätschern eilen zahllose Bäche und Flüsse, vom Gletschereis gespeist, dem offenen Meere zu. Von schwindelnder Höhe stürzen gewaltige Wassermassen in gähnende Abgründe tosend herab. Den scharfen Gegensatz zu der Großartigkeit der Wasserszenerie bilden die trostlosen, unfruchtbaren, mit hoch über einander getürmten Felsblöcken bedeckten Landstrecken.

Die vielen Sümpfe, mit Moorgründen wechselnd, erwecken mit den weiten Flächen öden Bodens ein unsägliches Gefühl der Trauer und Verlassenheit. Je mehr man nach dem Norden vordringt, desto mehr tragen die Küsten den Stempel der Rauhheit und Wildheit. Wohl begegnet man hie und da an der Meeresküste, an Seen, am Fuße der Berge, am Saum der Wälder Landschaftsbilder von überraschender Schönheit, voll von idyllischer Ruhe und Romantik. Das sind die von dem warmen Golfstrom Floridas und Kaliforniens bespülten Punkte. An diesen Orten sinkt die Temperatur selbst am kältesten Tage des Jahres nicht viel unter Null Grad. Die Stadt Molde, 2° nördlicher als Petersburg gelegen, hat oft schneefreie Winter und Blumenflor bis zur Weihnachtszeit. In den nördlichen Regionen, sowie im Innern des Landes sind 30—40° Kälte keine Seltenheiten. Dagegen übergießt von den letzten Tagen des Maimonds bis Ende Juli die Sonne Tag und Nacht mit ihrem hellen, warmen Lichte das nordische Land. Der Sommer dauert gerade so lange, um die spärliche Ernte einzuhimsen. Mitte August wird die Luft kühl, die Dämmerung tritt bald ein, die Nächte werden kalt. Die langen, trüben Monate des skandinavischen Winters brechen an. Die Sonne verschwindet, das Nordlicht taucht den Horizont in eine Flut purpurnen Glanzes. Mit diesem herrlichen Lichtphänomen steht die bilderreiche nordische Göttersage im ursächlichem Zusammenhang. Die

Eintönigkeit der langen, trüben Wintertage wird durch Veranstaltung von Festlichkeiten, von Eis- und Skisport angenehm unterbrochen. Das Wiedererscheinen der goldigstrahlenden Sonnenscheibe wird durch Gesang, Spiel und Tanz gefeiert.

Die Bevölkerung ist im Verhältnis zu dem großen Flächeninhalte beider Staaten eine sehr dünne. Schweden zählt fünf, Norwegen kaum zwei Millionen Einwohner. Der Volkscharakter der Norweger zeichnet sich durch Aufrichtigkeit und Ehrlichkeit aus. Er ist freiheitsstolz, zühe, müßig, selbstbewußt und vor allem vaterlandsliebend. Die gedrungene Gestalt, blonde Haare und blaue Augen verraten die germanische Abstammung. Die Schweden, mit Recht als die Franzosen des Nordens bezeichnet, sind schlank gewachsen, zierlich und fein in ihrem Auftreten und Bewegungen. Ihr Charakter ist heiter, gastfreundlich, lebensfroh; die Schönheit der schwedischen Frauen wird viel besungen.

Der Gegensatz im Volkscharakter beider Nationen spiegelt sich auch in ihrer Verfassung und Gesetzgebung. In Norwegen durch und durch demokatisch, ist sie in Schweden mit stark aristokratischem Einschlag versetzt. Die Finanzen sind in beiden Staaten geordnet, Handel, Industrie blühen; der Ackerbau, die Viehzucht, die Waldnutzung, der Bergbau sind die Hauptquellen des Nationaleinkommens. Hoch entwickelt ist das Verkehrswesen. Das Unterrichtswesen steht in Bezug auf Volks-, Mittel- und Hochschulen auf der höchsten Stufe der Entwicklung. Analphabeten kennt weder Schweden noch Norwegen. Selbst den bildungsfeindlichen Lappländern wird Unterricht in den Elementargegenständen erteilt.

Die Wohlfahrtsanstalten erfreuen sich in beiden Ländern der aufopferndsten Pflege. Die Armenpflege ist so glänzend gelöst, daß es weder Haus- noch Straßenbettel gibt.

Die Literatur und Poesie Schwedens und Norwegens erfreut sich besonderer Wertschätzung der Gebildeten aller Völker. Björnson, Ibsen, Strindberg sind Namen von Weltruf. Die Musik wird in Schweden sorgsam gepflegt.

Auf dem Gebiete der geographischen Forschung haben sich die beiden Nordenskjölds, Nansen, Andrée, Svan Hedin hohe Verdienste erworben.

Überraschende Erfolge hat die skandinavische Architektur, Skulptur und Malerei durch die Opferwilligkeit der ganzen Nation erzielt.

Auf allen Gebieten des Schönen und Großen ringt das mächtig aufstrebende Volk nach den höchsten Idealen menschlicher Kultur.

Nach dieser allgemeinen Besprechung schilderte der Vortragende unter Vorführung zahlreicher Lichtbilder seine Reise nach dem Nordkap.

### 3. Versammlung am 17. Februar 1906.

Herr Professor Dr. L. Böhming hielt den folgenden Vortrag:

#### Die Bausteine des Tierkörpers.

Die Anatomen, Botaniker und Zoologen von heute lehren, daß die Tiere und Pflanzen aus kleinen Gebilden bestehen, die man „Zellen“, „Cellulæ“, zu nennen pflegt; Bausteinen vergleichbar, fügen sie sich in bestimmter und höchst kunstvoller Anordnung zu einem Ganzen zusammen.

Nicht immer jedoch huldigte man dieser Anschauung. Die Mittel, welche dem Forscher vor der Erfindung des Mikroskops zur Verfügung standen, waren nicht fein genug, um diese „Zellen“ zu erkennen, und auch nach der Erfindung des Mikroskops bedurfte es noch längerer Zeit, um tiefer in den Bau des tierischen und pflanzlichen Körpers einzudringen.

Zwei Männer vornehmlich waren es, deren Untersuchungen Licht in das noch herrschende Dunkel brachten: Matthias Schleiden und Theodor Schwann! Mit unvergänglichen Lettern sind ihre Namen in die Annalen der biologischen Wissenschaft eingezzeichnet.

Doch wir wollen nicht ungerecht gegen diejenigen sein, welche diesen beiden die Wege bahnten; dankbar müssen wir, um nur einige zu nennen, der Arbeiten eines Malpighi und Grew, eines C. F. Wolff, Meyen, R. Brown, Turpin, Purkinje, Valentin, J. Müller und Henle gedenken!

Aus mikroskopisch kleinen Teilchen also, aus Zellen, sollen die Tiere und Pflanzen bestehen. Was ist nun aber eine „Zelle“? Schleiden und Schwann definierten sie als ein kleines

Bläschen, bestehend aus einer festeren äußenen Membran, einem flüssigen, schleimigen Inhalte, in dem ein größeres Korn, der von R. Brown entdeckte „Kern“, gelegen ist.

Von diesen Teilen schien ihnen die Membran der wesentlichste zu sein, da sie hauptsächlich den Stoffwechsel regeln sollte; dem Kerne schrieben sie eine große Wichtigkeit für die Entstehung der Zelle zu, bedeutungsloser dünkte ihnen der schleimige Inhalt.

Aber weitere Beobachtungen, besonders an tierischen Zellen, lehrten, daß häufig eine Membran fehlt; man sah, daß zur Zeit der Fortpflanzung bei manchen Algen der schleimige Inhalt sich zusammenzog, von der Membran ablöste, dieselbe sprengte, um sich alsdann frei im Wasser zu bewegen.

Die Membran konnte es mithin nicht sein, welche die Zelle zu dem macht, was sie ist, zu einem lebenden Wesen, zu einem Organismus. Daß aber eine jede Zelle, mag sie allein oder in Verbindung mit Hunderten oder Tausenden anderer Zellen ein Tier oder eine Pflanze bilden, an sich einen Organismus darstellt, das hatte schon Schleiden klar erkannt, und in seiner berühmten Abhandlung „Beiträge zur Phytogenesis“ lesen wir mit Bezug hierauf: „Jede Zelle führt nun ein zweifaches Leben: ein ganz selbständiges, nur ihrer eigenen Entwicklung angehöriges und ein anderes mittelbares, insofern sie integrierender Teil einer Pflanze geworden.“

Eine neue Periode in der Zellenlehre brach an, sie knüpft sich an den Namen Max Schultzes. Dieser eminente Forscher wandte seine Aufmerksamkeit jenen niedersten Lebewesen zu, die man Urtiere oder Protozoen nennt, Tieren, deren Körper aus einer einzigen Zelle besteht. Alle Lebensprozesse spielen sich hier an einer einzigen Zelle ab und die fürs erste störenden Komplikationen, die in den Zellenstaaten, in den höheren Tieren und Pflanzen auftreten müssen, fallen weg.

In dem Wasser unserer Seen und Bäche, auf dem Boden der Meere begegnen wir Urtieren, deren Gestalt eine stetig wechselnde ist; jetzt hat solch ein Tier — eine Amöbe — die Form einer Kugel, im nächsten Augenblicke sehen wir, daß kurze, breite Fortsätze, sogenannte Pseudopodien, an der Kugeloberfläche auftreten und in das umgebende Wasser strahlen.

Einer derselben vergrößert sich mehr und mehr; die gesamte Masse des Leibes der Amöbe fließt allmählich in ihn über und bewegt sich dergestalt von ihrer ursprünglichen Stelle an eine andere. Trifft eine Amöbe während des Dahingleitens mit einem Pseudopodium auf ein kleineres Tierchen oder ein Pflänzchen, so teilt sich das Pseudopodium und umschließt die Beute nach und nach vollständig; anfänglich erkennen wir dieselbe noch deutlich im Leibe der Amöbe, dann werden die Umrisse verschwommener, und schließlich vermögen wir gar nichts oder nur die festeren, unverdaulichen Reste derselben wahrzunehmen.

Ein größeres Tier eilt schnell durch das Wasser und berührt unsanft die Amöbe; diese hält in ihrer Bewegung inne und erst nach einiger Zeit entsendet sie neue Pseudopodien, um ihren Weg fortzusetzen.

Da fesselt plötzlich ein anderes merkwürdiges Schauspiel unseren Blick: Wir sehen eine Amöbe, deren anfänglich kugeliger Kern sich in die Länge gestreckt und eine hantelförmige Gestalt angenommen hat; die mittlere Partie, welche die beiden verdickten Enden verbindet, wird immer dünner und reißt schließlich durch; es teilt sich also der Kern in zwei neue Kerne, von denen ein jeder die halbe Größe des ursprünglichen besitzt. Während dieses Vorganges ist an dem sich langsam bewegenden oder ruhenden Tiere in der Körpermitte eine Ringfurche aufgetreten, welche sich mehr und mehr vertieft und schließlich den Körper vollständig durchschneidet. An Stelle des ursprünglichen Individuums sind 2 neue Tochterindividuen getreten, die sich vollständig gleichen.

Aus all dem erkennen wir, daß die „schleimige“ Substanz, welche den größten Teil der Zelle bildet, und eine solche ist ja die Amöbe, eine sehr merkwürdige Substanz ist; sie hat die Fähigkeit, sich zu bewegen, sie vermag Nahrung aufzunehmen und zu verdauen, zu assimilieren; sie ist reizbar und es wohnt ihr das Vermögen der Teilbarkeit inne, mit einem Worte: sie lebt!

Mit Rücksicht auf die hohe Bedeutung, die diesem Schleime zukommt, den man nach dem Vorschlage H. v. Mohls „Protoplasma“ nannte, definierte nun M. Schultze die Zelle

als „ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Innerem ein Kern liegt.“

Schleiden und Schwann waren der Meinung, daß der Kern nur für die sich bildende Zelle von Wichtigkeit sei, und diese Auffassung scheint mit der Beobachtung im Einklange zu stehen, daß auffallende Veränderungen am Kerne vornehmlich zur Zeit der Zellvermehrung, der Neubildung von Zellen zu konstatieren sind. Verlaufen nun aber die übrigen Lebensprozesse wirklich ohne jede Anteilnahme des Kernes, sind sie einzig und allein dem Protoplasma zuzuschreiben? Nein! Durchaus nicht! Der Kern ist für das gesamte Leben der Zelle von der größten Bedeutung.

Ehe ich aber auf diese Frage näher eingehe, lassen Sie mich zunächst kurz darauf hinweisen, daß die einzelligen Tiere trotz ihrer Einzelligkeit eine Fülle von Verschiedenheiten aufweisen, sowohl in Bezug auf die Gestalt als auch den Bau. So besitzen die den Amöben nahestehenden Foraminiferen, die in der Geschichte der Erde bei der Gesteinsbildung (Kreide) eine nicht unwichtige Rolle spielten, die Sonnen-tierchen oder Heliozoa und die Strahlentierchen oder Radiolaria wunderbar geformte, oft kompliziert gebaute, aus kohlfensaurem Kalke oder Kieselsäure bestehende Skelette oder Schalen, welche von den Tieren selbst gebildet werden.

Alle diese bis jetzt genannten Urtiere vermögen sich mittels ihrer Pseudopodien nur langsam zu bewegen (ca.  $1/2$  mm pro Minute) oder auch schwebend an der Wasseroberfläche zu halten, andere Protozoen dagegen sind überaus agil und rascher Bewegung fähig. Als Lokomotionsorgane dienen diesen haarrähnliche, dauernd bestehende, kürzere oder längere Plasma-fäden, die Cilien und Geißeln. Die ersten bedecken zu Hunderten, ja oft zu vielen Tausenden, in bestimmter Weise angeordnet, die Oberfläche solch eines Lebewesens und führen in regelmäßigen Intervallen schlagende Bewegungen aus, die letzteren sind dagegen immer in geringer, oft nur in der Einzahl vorhanden.

Aber nicht nur rücksichtlich der Bewegungsorgane ergeben sich bedeutende Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Gruppen der Protozoen; wir sehen, daß auch sonst der Plasma-

körper derselben gar mannigfache Differenzen aufweist, und daß die Organisation bei den Geißeltierchen (Flagellata) und Aufgußtierchen (Infusoria) eine staunenerregende Höhe erreichen kann. Eine bei manchen Amöben angebaulnte Scheidung des Protoplasma in ein äußeres festeres Außen- oder Ecto- und ein flüssigeres Innen- oder Entoplasma tritt meist schärfer hervor. Das festere Ectoplasma verleiht dem Körper eine größere Formbeständigkeit; es gestattet nicht mehr die proteusartigen Formveränderungen der Amöbe, bedingt aber bei jenen Tieren, welche nicht flüssige, sondern geformte Nahrung aufnehmen, die Bildung einer besonderen Öffnung zu diesem Zwecke, einer Mundöffnung, durch welche die Nahrung in das flüssigere Entoplasma, in dem die Verdauung stattfindet, gelangen kann.

Das Ectoplasma dient aber nicht nur als schützende Hülle, es ist auch der Mutterboden der Bewegungsorgane, der Geißeln und Cilien; in ihm treten nicht selten als besondere Bildungen kontraktile Fäserchen, veritable Muskeln auf, mit deren Hilfe blitzschnelle Kontraktionen ausgeführt werden, und zuweilen enthält es auch kleine Waffen in Gestalt vorschnellbarer Stäbchen. Allem Anscheine nach ist es auch der Sitz der Empfindung, und in ihm finden wir häufig eigentümliche kontraktile Bläschen, die sog. pulsierenden Vacuolen, deren Aufgabe es ist, das mit der Nahrung oder sonstwie in den Körper eingedrungene Wasser nach außen zu befördern. Da nun dieses Wasser auf dem Wege durch den Körper Sauerstoff an denselben abgeben und Kohlensäure sowie andere schädliche Substanzen aus demselben aufnehmen wird, können wir diese Vacuolen als Organe auffassen, welche im Dienste der Respiration und Excretion stehen.

Im einzelligen Lebewesen tritt uns mithin in gewissem Sinne die Zelle in ihrer allseitigsten Leistungsfähigkeit entgegen; sie muß, um existieren zu können, den verschiedensten an sie gestellten Anforderungen gerecht werden. Ganz anders liegen die Dinge aber bei jenen Organismen, welche aus zahlreichen Zellen bestehen; hier kommt es zu einer Arbeitsteilung, die zum guten Teil auf die kompliziertere Form zurückzuführen ist. Einen Organismus, dessen Zellen einschichtig in einer Kugel- oder Zylinderoberfläche angeordnet sind, können wir

uns aus uniform gebauten Zellen bestehend vorstellen, da sämtliche Zellen die gleichen Beziehungen zur Außenwelt haben und den gleichen Einwirkungen seitens dieser ausgesetzt sind. Senkt sich jedoch ein Teil der Oberfläche nach innen ein, nimmt der Organismus die Gestalt einer zweischichtigen Schale oder eines doppelwandigen Bechers an, so wird hierdurch eine Veränderung der Zellschichten zur Außenwelt eintreten. Die Zellen der Innenschicht werden für die Bewegung nicht mehr in Betracht kommen; sie werden infolge ihrer versteckteren Lage verschiedenen Reizen weniger ausgesetzt sein, dagegen vermögen Nährsubstanzen, welche in die von ihnen umschlossene Höhle gelangen, längere Zeit mit ihnen in Kontakt zu treten. Je komplizierter sich nun die Form eines Tieres oder einer Pflanze gestaltet, desto mehr wird auch die Differenzierung der Zellen in der angedeuteten Richtung forschreiten. Die einzelne Zelle wird sich einseitiger entwickeln, dafür wird sich aber ihre Leistungsfähigkeit in einer bestimmten Richtung steigern und je weiter die Arbeitsteilung forschreitet, desto schärfer werden sich die Zellen spezialisieren.

Die Zelle als selbständiges Individuum tritt aber dem Ganzen gegenüber mehr und mehr in den Hintergrund und ist als solches nicht mehr existenzfähig.

In Bezug auf ihre Bedeutung unterscheiden wir bei den Metazoën — den vielzelligen Tieren — zwei Arten von Zellen: die generativen und die somatischen; die ersten dienen der Erhaltung der Art, die letzteren der Erhaltung des Individuums. Jene treten uns in zweifacher Gestalt, als Ei- und Samenzelle entgegen, diese besitzen die verschiedensten Formen und Strukturen, entsprechend ihrer Funktion.

Die meist kugeligen oder ovoiden Eizellen zählen mit zu den ansehnlichsten zelligen Gebilden des tierischen Körpers; ihre Größe ist hauptsächlich abhängig von der Menge des Materials, welches dem sich entwickelnden Embryo als Nahrung dient, sie steht aber in gar keiner Beziehung zur Größe des Tieres selbst. Die zirka 3 cm große Eizelle des Huhnes (der sogenannte gelbe Dotter) enthält so ziemlich die gesamte Nahrungsmenge, welche das Hühnchen bis zum Augenblicke des Ausschlüpfens benötigt, während das nur 0,2 mm messende

Ei eines Säugetieres überaus dotterarm ist und für die Ernährung des Embryo in anderer Weise vorgesorgt werden muß.

Im vollen Gegensatze zu den meist aktiv unbeweglichen Eiern sind die Samenfäden oder Spermien überaus bewegliche Gebilde, da sie, um ihren Zweck erfüllen zu können, in vielen Fällen das Ei aufsuchen müssen. Sie sind im allgemeinen von fädiger Gestalt und jeder überflüssige, ihre Beweglichkeit beeinträchtigende Ballast ist vermieden. Von protoplasmatischer Substanz ist eben nur so viel vorhanden, als zur Bildung des lokomotorischen Apparates, der Geißel, notwendig ist. Das vorderste, bei der Bewegung vorangehende Stück, der Kopf, wird von dem Kerne gebildet und zwischen diesem und der Geißel liegt noch das sogenannte Mittelstück, das einen sehr wichtigen, späterhin noch genauer zu erwähnenden Zellbestandteil, das Centrosoma, enthält.

Die somatischen Zellen werden wir am besten nach ihren Leistungen unterscheiden und sie nach diesen benennen. So sprechen wir von Deckzellen, Drüsenzellen, Muskelzellen, Bindegewebszellen, Ganglienzellen, Sinneszellen, assimilierenden Zellen etc.

Jene Zellen, welche die Außenfläche eines Tierkörpers bedecken und die Aufgabe haben, demselben Schutz vor Insulten zu gewähren, scheiden durchaus nicht selten an ihrer freien Fläche eine feste, zuweilen mit Kalksalzen imprägnierte Schichte, eine Kutikula, ab. Schöne Beispiele hiefür bieten uns die Panzer der Krebse und Insekten, die weiter nichts sind, als die mit ihren Seitenrändern verlöteten oder verschmolzenen kutikularen Säume der darunter befindlichen Zellen der äußeren Haut. Daß hierdurch für das betreffende Tier ein ausgezeichneter Schutz geschaffen wird, liegt auf der Hand; solch ein Kutikula-Panzer gleicht der Rüstung eines Ritters, und der Vergleich stimmt auch insoferne, als das Tier aus seinem Panzer herauskriechen kann, wenn er ihm im Laufe der Zeit zu eng geworden sein sollte; der Krebs z. B. häutet sich, und die Zellen formen dann einen neuen Panzer. In anderer Weise, nämlich durch Verhornung der Zellen bildet sich eine solche Schutzdecke bei vielen Wirbeltieren. Die abgestreifte Haut einer Schlange ist die oberste verhornte Partie der Haut; für

einen Ersatz sorgen die zunächst gelegenen Zellen, die nun ihrerseits dem Verhorningsprozesse anheimfallen. Tritt für die Hautzellen der Zweck, als schützende Decke zu dienen, in den Hintergrund, sollen dieselben vielmehr, wie es bei manchen im Wasser lebenden Würmern der Fall ist, bei der Lokomotion eine Rolle spielen, so sehen wir, daß sich an ihrer Oberfläche Flimmerhaare entwickeln, die Tausende von kleinen Rudern darstellen und so das Tierchen zum Schwimmen befähigen.

Zwischen diesen, dem Schutze oder auch noch anderen Zwecken dienenden zelligen Elementen begegnen wir nun häufig fadenartig dünnen Zellen, deren freie Fläche in einen mehr weniger langen, haarartigen Fortsatz übergeht, während die basale, dem Körperinnern zugewandte sich in eine feine Faser fortsetzt. In besonders reicher Zahl sind diese Zellen an jenen Stellen des Körpers anzutreffen, die Sinnesorgane genannt werden, die Zellen selbst werden wir daher mit Fug und Recht als Sinneszellen bezeichnen dürfen. Der haarartige Fortsatz dient zur Aufnahme eines Reizes, die Faser zur Weiterleitung. Bei den niederen Tieren vermag man diese Fasern gar nicht selten bis in das Gehirn zu verfolgen, während bei den höheren meist etwas kompliziertere Verhältnisse vorliegen.

Die Zellen, auf welche ein Reiz übertragen werden muß, damit irgend ein Effekt sichtbar werde, sind die Ganglienzellen. Gestaltlich zeigen sie gar mannigfache Verschiedenheiten; charakteristisch für sie ist der Besitz einiger weniger oder zahlreicher Fortsätze von bestimmter Struktur. Einer derselben, der Neurit oder Achsenzylinder, ist gleichmäßig dick und glatt, nur hin und wieder gehen von ihm feine Fäserchen ab, die anderen dagegen, die Dendriten, verzweigen sich vielfach und besitzen im Verhältnis zum Neuriten eine nur geringe Größe; sie sind es, die der Ganglienzelle das so häufig zu beobachtende baumförmige Aussehen verleihen. Der Neurit und die Dendriten bestehen aus überaus feinen Fäserchen oder Fibrillen, welche auch in den Leib der Ganglienzelle überreten. In diesem, sowie in den Dendriten liegen zwischen den Fibrillen eigentümliche, mit gewissen Farbstoffen intensiv tingierbare Körper, die Nißl- oder Tigroidschollen, welche in

neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Physiologen in hohem Maße erregten. Die Fibrillen dienen aller Wahrscheinlichkeit nach der Reizleitung, von der Bedeutung der Tigroidschollen dagegen wissen wir wenig zu sagen. Manche sehen in dieser Substanz ein Material, das bei angestrengter Tätigkeit verbraucht wird, während andere ihr eine größere Bedeutung beimessen und sie als ein „Kraftmagazin“ betrachten. Bemerkenswert ist es jedenfalls, daß in ermüdeten oder durch gewisse Gifte geschädigten Zellen ein Ablassen und eine Veränderung der Tigroidssubstanz vielfach beobachtet wird.

Verfolgen wir den weiteren Verlauf jenes Fortsatzes der Ganglienzelle, den wir Neuriten nannten, so konstatieren wir sehr häufig, daß er den Zentralteil des Nervensystems verläßt und in einen peripheren Nerven übergeht, welcher mit einem Muskel in Verbindung steht; mit einer geweihartigen Ausbreitung, einem sogenannten Endbäumchen, tritt er nun in Beziehung zu einer Muskelzelle, denn ein Muskel selbst setzt sich meist aus zahlreichen Zellen zusammen.

Reizen wir eine Tastzelle, welche, um ein einfaches Beispiel zu wählen, in der Haut eines Regenwurmes gelegen ist, so wird der Reiz durch diese auf eine oder auf einige Ganglienzellen, und zwar auf die Dendriten derselben übertragen werden; von diesen geht er durch den Zellkörper auf den Neuriten und schließlich auf eine Muskelzelle über, welche den Reiz durch eine Zusammenziehung, eine Kontraktion, beantwortet.

Die Muskelzellen zeigen im allgemeinen eine langgestreckte, spindelförmige Gestalt und unterscheiden sich hiedurch von den mehr birn- oder baumförmigen Ganglienzellen. Ihr Protoplasma ist zum größten Teil in Fibrillen umgewandelt, welche in der Längsrichtung der Zelle verlaufen und als spezifische Eigentümlichkeit das Kontraktionsvermögen besitzen, während, wie wir sahen, denjenigen der Ganglienzelle das der Reizleitung eigen ist.

Kontraktilität und Reizleitung sind zwei der fundamentalen Eigenschaften des Protoplasma; in einem beschränkten Maße lassen die Tiere vom Werte einer Zelle, die Urtiere, beide Eigenschaften nebeneinander erkennen; hier bei den Vielzelligen ist dagegen als eine Folge der Arbeitsteilung die Leistungs-

fähigkeit in der einen Richtung enorm gesteigert, in der anderen aber gänzlich geschwunden.

Die Drüsenzellen, welche sich entweder vereinzelt zwischen anderen Zellarten vorfinden, oder größere Komplexe, die Drüsen, bilden, sind dadurch charakterisiert, daß ihr Protoplasma aus den ihm durch das Blut oder die Leibesflüssigkeit zugeführten Substanzen bestimmte Stoffe zu bilden und diese auszuscheiden vermag. Sind dieselben für das betreffende Tier von irgend welchem Nutzen, so bezeichnet man sie als Sekrete (Schleim, Gifte, Speichel, Magensaft, Milch), als Exkrete, wenn sie nutzlos oder unter Umständen schädlich für den Organismus sind (Harn). Zumeist sind die Sekrete von flüssiger Beschaffenheit, ungeformt, doch kennen wir auch solche, die in bestimmter Gestalt auftreten, wie z. B. die recht kompliziert gebauten Nesselkapseln der prächtigen Korallentiere und der glasartig durchsichtigen Quallen.

Alle diese Zellen bedürfen, um bestehen zu können, einer ausgiebigen Ernährung, die ihnen aber nicht, wie z. B. der Amöbe, in einer festen Form, sondern wohl präpariert, in flüssigem Zustande geboten werden muß. Zur Aufnahme und Präparation des Rohmaterials dienen die Zellen des Verdauungsapparates, die in vielen Fällen gleich einer Amöbe an ihrer Oberfläche Pseudopodien zu entwickeln vermögen und mittels derselben feste Nahrungspartikelchen aufnehmen. Die in mannigfacher Hinsicht veränderte und verflüssigte Nahrung, sowie der bei der Atmung durch die gesamte Körperoberfläche oder durch besondere Organe, die Respirationsorgane, aufgenommene Sauerstoff der Luft, resp. des Wassers, wird durch das Blut oder bei niederen Tieren durch die Leibeshöhlenflüssigkeit im ganzen Körper verbreitet und so allen Zellen zugänglich gemacht.

Im Blute der Wirbeltiere finden sich zwei Arten von Zellen, die weißen und die roten Blutkörperchen. Die ersten haben eine große Ähnlichkeit mit Amöben; sie vermögen wie diese Pseudopodien auszusenden, mit deren Hilfe kleine feste Körper, Partikelchen zerfallener Zellen, Bakterien etc. aufgenommen, assimiliert und so unschädlich gemacht werden. Den roten Blutkörperchen mangelt diese Fähigkeit vollständig,

sie besitzen dafür einen Stoff von höchster Wichtigkeit im Hämoglobin, welches Sauerstoff leicht aufzunehmen und dann wiederum abzugeben vermag.

Ohne Sauerstoff kann keine Zelle bestehen und Arbeit leisten; in dem kompliziert gebauten Organismus der Wirbeltiere ist jedoch nicht jede Zelle in der Lage, diesen Stoff leicht erlangen zu können, er muß ihr zugeführt werden und dies geschieht durch die roten Blutkörperchen mittels des Hämoglobins.

Die angeführten Beispiele erweisen wohl genügsam, daß die Arbeitsteilung der Zellen im Metazoenkörper eine ganz außerordentliche genannt werden muß. Sie ist nun allerdings nicht bei allen vielzelligen Tieren gleich groß, sie nimmt vielmehr mit der Höhe der Organisation und Leistungsfähigkeit zu. So sehen wir denn, daß bei niederen Tieren, wie den Nesseltieren (Korallen, Quallen etc.), eine Zelle nicht selten zwei Funktionen dient. Ein solcher Fall liegt z. B. bei jenen Zellen vor, die den Namen „Epithelmuskelzellen“ führen; der dem Körperinnern zugewandte Teil ist hier in ansehnliche kontraktile Fortsätze ausgezogen, welche die Muskulatur des Tieres bilden, während der nach außen gewandte die schützende Körperdecke repräsentiert.

Zellen von verschiedener Funktion besitzen eine verschiedene Struktur; dieser Satz geht aus dem Gesagten wohl zur Genüge hervor. Wir müssen aber dem Protoplasma als solchem selbst eine bestimmte Struktur zuschreiben und wir werden den Begriff „Protoplasmastruktur“ als den umfassenderen und allgemeineren in einen gewissen Gegensatz zu dem engeren der „Zellstruktur“ bringen dürfen. Die letztere werden wir immer als einen besonderen, bestimmten Forderungen angepaßten Fall der ersteren zu betrachten haben.

Trotz vielfacher Bemühungen ist man bis jetzt hinsichtlich der Protoplasmastruktur zu keinem eindeutigen und allgemein anerkannten Resultate gekommen. Jene Forscher, welche sich vornehmlich mit den Urtieren beschäftigen, schreiben dem Protoplasma eine wabige oder schaumige Struktur zu, andere messen den fädigen und netzigen Bildungen, die in demselben häufig zu beobachten sind, eine besondere Bedeutung zu, wieder

andere meinen, daß es aus kleinsten Körnchen, aus Granulis, bestehet, die sich unter Umständen in verschiedener Weise zu Fäden vereinen können.

Man spricht daher mit Bezug hierauf von einer Schaum-Gerüst- oder Filar- und Granulatheorie.

Es wurde schon früher die Frage aufgeworfen, ob der Kern denn nur, wie Schleiden und Schwann meinten, eine Rolle bei der Bildung neuer Zellen spielt, oder ob er auch für das Bestehen der Zelle von Bedeutung sei?

Verschiedene Wege wurden eingeschlagen, um diese so wichtige Frage einwandfrei beantworten zu können; man beobachtete Zellen in verschiedenen Phasen des Lebens, man griff zum Experimente und zerschnitt größere Amöben und Infusorien in Stücke, die zum Teil kernlos waren, zum Teil Kernteile oder den ganzen Kern enthielten und verfolgte deren Schicksale. Die einen wie die anderen, die kernhaltigen und kernlosen Stücke zeigten zunächst ein übereinstimmendes Verhalten: sie bewegten sich mittels des Spiels der Wimpern oder durch Bildung von Pseudopodien, sie reagierten auf Reize und nahmen auch Nahrung auf; aber die kernlosen vermochten die aufgenommene Nahrung nicht zu verdauen und nach einiger Zeit, nach Stunden oder im günstigsten Falle nach einigen Tagen erlosch bei ihnen das Bewegungsvermögen und die Reizbarkeit — sie zerfielen; die kernhaltigen hingegen blieben am Leben und ersetzten die verloren gegangenen Teile als Wimpern, Mundöffnung etc. durch Neubildungen — sie regenerierten sich.

Diese Befunde zeigen, daß der Kern für das Leben dieser Wesen von größter Wichtigkeit ist und sie stehen im Einklange mit den Beobachtungen an vielzelligen Organismen. In Drüsenzellen läßt der Kern seine Anteilnahme an der Sekretbildung durch das Aussenden von pseudopodienartigen Fortsätzen gegen jene Stellen, an denen die Sekretbildung lebhaft vor sich geht, erkennen; in pflanzlichen Zellen sah man den Kern gegen jene Partie der Zellwand hinrücken, an welcher sich Verdickungen bildeten oder haarartige Fortsätze auftraten.

Mit Rücksicht auf diese Tatsachen könnten wir versucht sein anzunehmen, daß der Kern der wesentlichste Teil einer

Zelle ist, und daß ihm gegenüber die Substanz des Zelleibes, das Protoplosma, in den Hintergrund tritt. Das ist aber nicht richtig. Entkleiden wir einen Kern seines Protoplosmaleibes, so sehen wir, daß er in kurzer Zeit zugrunde geht; er vermag sich auch nicht aus sich selbst einen neuen Zellkörper zu schaffen. Beide Teile sind aufeinander angewiesen, um existieren zu können, und sie müssen zusammenwirken, wenn Leben entstehen und bestehen soll.

Gleich dem Protoplasma zeigt auch der Kern eine Struktur; er ist durchaus kein so einfaches Gebilde, wie man ehedem glaubte.

Gegen den Zellkörper sehen wir ihn durch eine zarte Membran abgegrenzt; seinen von einer wässerigen Flüssigkeit erfüllten Raum durchzieht ein feines Gerüstwerk, das Liningerüst, in welches eine höchst wichtige, für den Kern geradezu charakteristische Substanz, das Chromatin, in Form kleiner Körnchen und Bröckchen eingelagert ist. Häufig enthält er noch einige größere kugelige Körper, die Kernkörperchen. Augenfälligere Lebenserscheinungen sind am Kerne seltener zu beobachten, sie machen sich aber gelegentlich bemerkbar in Gestaltveränderungen, worauf schon früher hingewiesen wurde, in Verschiebungen des Liningerüstes und Wanderungen der Kernkörperchen; zu gewissen Zeiten jedoch treten im Kerne höchst bedeutende Umlagerungen auf, welche auch auf das Protoplasma übergreifen und schließlich zur Teilung des Kernes, sowie der Zelle selbst führen.

Einen sehr einfachen Teilungsprozeß schilderte ich Ihnen am Beginne meines Vortrags. Wir sahen in dem gegebenen Falle, daß der Kern sich in die Länge streckte, Hantelform annahm und alsdann in der Mitte durchschnürte. Eine solche Teilung bezeichnen wir als direkte oder amitotische, und stellen sie der viel häufiger vorkommenden indirekten oder mitotischen gegenüber.

Die ersten Veränderungen, welche wir an einem Kerne wahrnehmen, der sich zur mitotischen Teilung anschickt, bestehen in einer Konzentration der chromatischen Substanz. Die kleinen Chromatin-Kügelchen und -Bröckchen, die wenigstens scheinbar vollständig regellos in das Liningerüst ein-

gelagert sind, rücken an einzelnen Punkten zusammen und formen schließlich scharf ausgeprägte Schleifen oder Stäbchen, die sogenannten Chromosomen, deren Zahl für eine jede Tierart eine bestimmte ist. In den somatischen Zellen des Salamanders, des Frosches, der Weinbergsschnecke sind 24 solcher Gebilde vorhanden, 168 treffen wir dagegen bei einem Krebs, bei *Artemia salina* an; in den generativen Zellen, den Eiern und Spermien ist ihre Zahl um die Hälfte vermindert, sie beträgt mithin in den angeführten Fällen 12, respektive 84. Anfänglich liegen die Chromosomen ohne bestimmte Anordnung im Kernraume, späterhin ordnen sie sich in der Äquatorialebene in Form eines Kranzes oder eines Sternes, eines sogenannten Monasters, an.

Um diese Veränderungen der Lage verstehen zu können, müssen wir einen Blick auf die Umgebung des Kernes werfen. Da sehen wir, daß zu jener Zeit, in welcher sich die ersten Umlagerungen des Chromatins bemerkbar machen, im Protoplasma zwei Strahlensysteme auftreten, deren jedes ein kleines Körnchen, das Centrosoma, als Zentrum hat. Anfänglich sind beide Strahlensysteme von geringer Größe, sie wachsen aber nach und nach gewaltig an und gleichzeitig entfernen sich ihre Zentren mehr und mehr von einander; hierbei sind diejenigen Fasern von besonderer Bedeutung, welche, stetig an Länge zunehmend, direkt von dem einen Centrosoma zum anderen verlaufen, sie bilden die sogenannte Zentralspindel.

Die Kernmembran löst sich auf, die Strahlen dringen in den Kernraum ein und heften sich an die Chromosomen an; ist einmal eine Seite eines Chromosoms auch nur mit einem einzigen Strahl des einen Systems in Verbindung getreten, so vermögen sich die des anderen nur mehr an der Gegenseite zu befestigen. Da nun die Entwicklung beider Strahlensystemen gleichen Schritt hält und alle Chromosomen durch gleich lange Fasern mit den beiden Centrosomen verbunden sind, so wird schließlich ein Gleichgewichtszustand erreicht werden, in welchem sämtliche Chromosomen in der Äquatorialebene der Zelle angeordnet sind.

Eine aufmerksame Betrachtung der Chromosomen läßt in einem jeden derselben einen Längsspalt erkennen, durch den

das Chromosoma in zwei vollständig übereinstimmende Tochterchromosomen zerlegt wird. Anfänglich liegen diese Schwesterfäden dicht beieinander, späterhin trennen sie sich und nähern sich dem zunächst liegenden Centrosoma. Die mechanische Trennung der Tochterchromosomen, ihre Verschiebung gegen die Pole der Spindel, ist allem Anschein nach auf eine Streckung der stark zusammengepreßten Zentralspindel, sowie auf eine Verkürzung jener Fasern zurückzuführen, welche sich einerseits an die Centrosomen, andererseits an die Chromosomen anheften.

Aus dem Mutterstern sind derart zwei Tochtersterne entstanden, welche sich nun nach und nach in ruhende Kerne umformen, und zwar geschieht dies in einer Weise, die derjenigen gerade entgegengesetzt ist, welche zur Bildung des Muttersterns führte, d. h. die Chromosomen lockern sich auf, sie werden diffuser und eine Membran, die neue Kernmembran, grenzt die ganze Gruppe von dem umgebenden Protoplasma ab.

Der Teilung des Kernes folgt die der Zelle bald nach. Zur Zeit der Rekonstruktion der Tochterkerne macht sich in der Äquatorialebene der Zelle eine Furche bemerklich, welche immer tiefer einschneidend, allmählich zu einer vollständigen Durchschnürung führt.

Die beiden Strahlensysteme sowie die Centrosomen erreichen das Maximum ihrer Ausdehnung im Stadium des Muttersterns, dann beginnen die einen wie die anderen allmählich abzublassen; die ersten verschwinden, wie es scheint, meist vollständig, während die letzteren allerdings erhalten bleiben, ihrer verminderteren Größe wegen aber nur schwierig aufzufinden sind.

Jede Tochterzelle übernimmt mithin von der Mutterzelle außer einem Teile des Protoplasmas und der halben Chromatinmenge eines der beiden Centrosomen. Dieses wird wiederum aktiv, wenn die Zelle von neuem zur Vermehrung schreitet; dann teilt es sich in zwei Tochtercentrosomen, die nun ihrerseits in intensive Wechselbeziehungen zum Protoplasma treten, das unter ihrem Einflusse aus sich heraus und in Verbindung mit dem Linien des Kernes neue Strahlensysteme entstehen läßt. Über die intimere Natur dieser Beziehungen wissen wir der-

malen noch nichts, doch lassen die interessanten Experimente Loeb's hoffen, daß wir in nicht gar zu ferner Zeit einigen Einblick in diese Dinge gewinnen werden.

Befunde von höchster Wichtigkeit sind in der minutiös durchgeföhrten Halbierung der Chromosomen sowie in der gleichmäßigen Verteilung ihrer Hälften auf die Tochterkerne gegeben. Zu einem vollen Verständnis der Bedeutung dieser Tatsachen kommen wir, wenn wir bedenken, daß die ganze Entwicklung eines vielzelligen Tieres, mag dasselbe nun ein Nesseltier, ein Insekt oder ein Säugetier sein, auf einem Teilungsprozeß beruht, der sich in einem bestimmten Rahmen abspielt und von einer Zelle, der Eizelle, ausgeht. Aber nur das Chromatin, nicht das Protoplasma unterliegt bei einem jeden Teilungsprozeß einer Halbierung und bei dem Akte der Befruchtung wird durch das Spermium dem Ei genau die gleiche Menge chromatischer Substanz zugeführt, während in Bezug auf das Protoplasma ein enorner quantitativer Unterschied besteht. Mit Rücksicht hierauf sehen die meisten Forscher im Chromatin des Kernes eine Substanz, in welcher alle Eigenschaften eines Tieres oder einer Pflanze enthalten sind, und durch welche die Eigenschaften der Eltern auf die Nachkommen übertragen werden; das Chromatin ist mit einem Worte die Vererbungsubstanz.

Ich möchte aber nicht mißverstanden werden und durch das Gesagte die Vermutung erwecken, als ob ich für den ganzen Entwicklungsprozeß das Protoplasma für etwas Nebensächliches hielte — o nein! Ohne Protoplasma ist die Entwicklung eines Organismus undenkbar; es erscheint mir bei dem dermaligen Stande unseres Wissens noch nicht möglich, die Bedeutung des Protoplasmas für die Entwicklung näher und schärfer zu präzisieren.

Da die Chromosomen allem Anscheine nach bei der Bildung eines neuen Organismus eine so bedeutungsvolle Rolle spielen, so liegt die Frage nahe, ob denn ein einziges Chromosom, eventuell ein Teil desselben, alles in sich schließt, um das Entstehen eines neuen Tieres, einer neuen Pflanze zu ermöglichen, oder ob hierfür die Gesamtzahl der Chromosomen, die wir typisch in einer Zelle vorfinden, notwendig ist. Ich habe früher ange-

geben, daß die generativen Zellen stets nur halb so viele Chromosomen enthalten als die somatischen, und diese Zahl scheint nun nach Versuchen, welche der bekannte Würzburger Zoologe Boveri anstellte, die erforderliche zu sein. Die Experimente des Genannten deuten aber auch an, daß die einzelnen Chromosomen verschiedene Qualitäten besitzen und daß die Entwicklung nur dann normal verlaufen kann, wenn das ganze Sortiment vorhanden ist, welches im Kerne der Eizelle oder des Spermiums sich vorfindet.

Sie werden, denke ich, erkannt haben, daß eine jede Zelle einen ungeheuer komplizierten Organismus repräsentiert, mag sie uns nun als vollkommen selbständiges Lebewesen oder nur als ein Baustein im Körper eines vielzelligen Tieres entgegentreten; Sie werden aber auch empfunden haben, daß ein gewisser Gegensatz zwischen den Einzelligen und den Vielzelligen besteht, daß eine tiefe Kluft selbst zwischen dem einfachsten Metazoon und dem höchst differenzierten Protozoon gähnt. Das Bestreben der Forscher, welche auf dem Boden der Deszendenztheorie stehen, geht aber dahin, nach Tatsachen zu suchen, die solche trennende Abgründe überbrücken; ihnen schwebt als Ziel eine kontinuierliche Reihe vor, die, bei dem einfachsten Lebewesen beginnend, ohne Lücke bis zum höchst differenzierten Säugetiere führt.

Und so lassen Sie uns denn zum Schluße nach der Brücke schauen, welche die Kluft zwischen den Protozoen und Metazoen überspannt.

Bei einer Gruppe der Protozoen, den Sonnentierchen, hat man mehrfach beobachtet, daß sich in Zeiten des Nahrungsmangels eine Anzahl von Individuen zu einem Verbande vereinigt. Die Tierchen kriechen zusammen und verschmelzen mit ihren Protoplasmakörpern, die Kerne bleiben jedoch getrennt. Auf diese Weise bilden sie ein größeres Ganzes, welches imstande ist, Beutestücke zu bewältigen, welche für die ursprünglichen Einzeltiere zu groß waren. Beim Eintritte günstigerer Verhältnisse löst sich der Verband auf und ein jedes Tier lebt wieder auf eigene Kosten. Die Vereinigung ist hier nur eine zeitweilige, andere Protozoen leben dagegen dauernd in Verbänden, sie bilden Kolonien.

Von besonderem Interesse sind in dieser Hinsicht die an der Grenze des Tier- und Pflanzenreiches stehenden und daher den Zoologen und den Botaniker gleich interessierenden Phytopomonadinen. Manche der hierher gehörigen Formen, wie *Eudorina* und *Pandorina*, bilden kleine, kugelige, aus 16—32 Individuen bestehende Kolonien; die Einzeltiere, welche in eine gemeinsame Gallertmasse eingebettet sind, stimmen in Form und Bau überein und jedes von ihnen kann durch Teilung zum Muttertier einer neuen Kolonie werden. In den Kolonien von *Volvox* sehen wir dagegen viele Tausende von Individuen vereint, die hier aber nicht nur lose durch eine Gallertsubstanz zusammengehalten werden, sondern durch protoplasmatische Verbindungsfäden in innigerer Beziehung mit einander stehen. Die meisten von ihnen sind durch den Besitz eines Geißelpaares ausgezeichnet; einigen wenigen, auffallend großen Individuen fehlt aber dieser Bewegungsapparat und diese sind es allein, welche die Fähigkeit haben, eine neue Kolonie durch einen fortgesetzten Teilungsprozeß zu erzeugen; alle anderen gehen zugrunde, sie sterben. Wir sehen also, daß hier eine hochwichtige Differenzierung in somatische und generative Individuen eingetreten ist.

Im Gegensatz zu *Pandorina* und *Eudorina*, welche wirklich Kolonien gleichwertiger Einzelwesen darstellen, können wir *Volvox* als ein einfach gebautes, vielzelliges Wesen auffassen. Von den typischen vielzelligen Tieren und Pflanzen unterscheidet sich *Volvox* durch die Gleichheit seiner somatischen Zellen; aber diese Gleichheit ist ja gerade das Bedeutungsvolle, sie ist es, welche *Volvox* zu einem Gliede der Kette macht, die die Einzelligen mit den Vielzelligen verbindet und in den verschiedenartigen Stadien der Koloniebildung sind, glaube ich, Anhaltspunkte gegeben, wie etwa die vielzelligen Lebewesen aus einzelligen sich entwickelt haben könnten.

Unsere Anschauungen vom Baue der Zelle haben seit den Zeiten Schleidens und Schwanns mancherlei Wandlungen erfahren, aber wir dürfen sagen, daß wir tiefer in denselben eingedrungen sind. Allein mit jeder neu gewonnenen Einsicht entstanden auch neue Probleme, die der Lösung harren. Der gewaltige Aufschwung in allen Zweigen der Naturwissenschaften

läßt uns aber hoffen, daß noch viele ihre Lösung finden werden, und daß die Grenzen unserer Erkenntnis noch lange nicht erreicht sind!

#### 4. Versammlung am 10. März 1906.

Herr Sekretär G. Gessmann sprach über:

##### Malerische Karstwanderungen.

Karst! Ein Wort, das den meisten Europäern im Geiste eine endlose Reihe von glühenden Steinwüsten, traurigen Landschaftsbildern, wasser- und vegetationslosen Kalkgebirgen vor Augen ruft. Und doch, so öde und trostlos eine Karstlandschaft auf den ersten Augenblick aussehen mag, so besitzt sie doch auch ihre Reize. Derjenige freilich, der auf geflügeltem Dampfross in sengender Mittagssonne über die Karstdistrikte nach Triest oder Fiume dem Meere entgegeneilt, dem wird kaum das Verständnis für die einzigen Schönheiten des Karstes aufdämmern, denn das, was sich dem Reisenden auf diesen Bahnstrecken darbietet, ist wohl geeignet, von den Karstlandschaften einen ziemlich einseitigen Eindruck hervorzubringen.

Wenn man aber den Zug etwa in Raklek oder Adelsberg verläßt, dort für einige Tage Aufenthalt nimmt und somit Gelegenheit erhält, Ausflüge in die Umgebung zu unternehmen, so gewinnt man bald einen besseren Begriff vom Karste. Besonders empfehlenswert ist ein solcher Abstecher zur Maienzeit! Das Auge überfliegt die hügelige Landschaft, die Bäume und Sträucher heben sich in ihrem prangenden Frühlingsblütenkleide freundlich von dem saftigen, frischen Wiesengrund ab, die klare, reine Luft gestattet den Ausblick auf die fernsten Berge und tiefblau wölbt sich darüber der Himmel. Da herrscht die heiligste Ruhe, nur mitunter von dem fröhlichen Geschmetter der sangeslustigen Lerche unterbrochen, die in den klaren Himmel aufzusteigen scheint. Wenn den einsamen Wanderer diese Natur umgibt, wenn er in ihr geheimes, erhebendes Weben und Wirken eingedrungen ist, dann geht ihm wohl das Verständnis für diese prächtige, ihm bisher unbekannte und nie geahnte Welt auf und er beginnt bereits die Schönheit des Karstes zu ahnen. . . . Den überarbeiteten Nerven des Städters tut diese Ruhe, die duftende,

frische Luft besonders wohl. Eine angenehme Mischung von Alpen- und Seeluft, stets durch eine leichte Luftbewegung gekühlt, läßt es vergessen, daß hier die Strahlen der Sonne schon steiler niedergehen als in den Gauen Nordösterreichs oder Deutschlands und vielfach findet man hier eine angenehmere, erträglichere Temperatur vor, als in den engen, geschlossenen Tälern der Alpen, sofern sich diese nicht den Gletscherregionen nähern. Und einen weiteren großen Vorzug haben die Karstgegenden im Sommer den Gebirgsregionen der Alpen voraus, das Fehlen des Nebels und jener steten Niederschläge, welche eben in der Ferialzeit seit einer Reihe von Jahren viele Familien abhalten, ihr Domizil in den Gebirgen aufzuschlagen. Die fürsorgliche Mutter Natur hat auch dafür gesorgt, dem Karstbewohner für die heißesten Stunden des Sommertages Schutz zu bieten. Das Kalkgestein, aus welchem die Karstgebirge bestehen, weist ein außerordentliches Lösungsvermögen gegen kohlensäurehaltige Wasser auf, die durch feine Schrunden und Risse der Erdoberfläche in die Tiefe dringen und daselbst einerseits gewaltige Höhlen ausarbeiten, andererseits aber auch wieder für die Ablagerung des gelösten Stoffes sorgen. Tropfenweise von den Decken der Höhlen herniederfallend, setzen sie den gelösten Kalk in Form von Tropfsteinen wieder ab und Tausende solcher Tropfsteine, von den Decken herabhängende „Stalaktiten“ und diesen gegenüberstehende, nach aufwärts strebende „Stalagmiten“ zieren die solchermaßen von dem lebendigen Wasser ausgearbeiteten, oft ganz gewaltigen Hohlräume. Wie aus Millionen und Millionen kleiner Diamanten zusammengesetzt, glänzen und glitzern diese oft die abenteuerlichsten Gestalten annehmenden Tropfsteine, sobald sie von einem Lichte bestrahlt werden, und der Zauber, den diese unterirdischen Schönheiten der Karstregionen auf den Menschen ausüben, ist ein ganz gewaltiger. Solcher tropfsteingeschmückter Hohlräume gibt es im Karste die ungezählte Menge, teils einzeln, ohne eine sichtbare Verbindung mit der Außenwelt oder mit Nachbarhöhlen, bilden sie andererseits lange, zusammenhängende Reihen von Räumen, unterirdische Paläste, deren kühne Gewölbe mit engen Gängen abwechseln und ein stundenlanges Promenieren im Schoße der Mutter Erde gestatten.

Vielfach werden diese Höhlen von Wasserströmen durchflutet, deren geheimnisvolles Rauschen dem einsamen Wanderer da unten gar unheimliche Märchen von dem Leben der Unterwelt und den dieselbe bevölkernden Wesen zuraunt. Wenn schon Leben in der Regel an Licht und Wärme gebunden ist, so findet man doch auch in diesen unterirdischen Karsthöhlen Lebewesen vor, die die ganze Zeit ihres Bestehens da unten zubringen, die da unten geboren werden und vergehen, nachdem sie für die Erhaltung ihrer Art gesorgt haben. In den Höhlenflüssen des Karstes kommen blinde Fische und eine besondere Art von Amphibien, die „Grottenolme“, vor, die durchwegs blaß-rosenrot gefärbt sind. Aber auch Laufkäferarten und Tausendfüßler leben hier in ewiger Finsternis; sie besitzen keine Sehwerkzeuge, denn die umsichtige Natur gibt ihren Geschöpfen nur solche Organe mit, die sie zur Erhaltung ihrer Existenz benötigen, und wo kein Sehorgan gebraucht wird, verkümmert dieses und verschwindet schließlich gänzlich, während die übrigen Sinneswerkzeuge in ihrer Leistungsfähigkeit erhöht werden, um das Fehlende zu ersetzen.

Manchmal findet man in diesen Höhlenketten auch Räume, deren Decke eingestürzt ist und den blauen Himmel durchblicken läßt, sodaß das an die stete Finsternis gewöhlte Auge, von der hier eindringenden Fülle von Licht geblendet, sich erst wieder an die glänzenden Strahlen des Tagesgestirnes gewöhnen muß. An solchen Stellen stürzen häufig Karstflüsse mit mächtigem Getöse herein, um unterirdisch weiterzustreben und nach meilenweitem Laufe unter der Erde wieder irgendwo ans Tageslicht zu kommen.

Die Höhlen im Adelsberger Distrikte, die bekanntesten Beispiele für solche ausgedehnte, mit schönen Tropfsteinen geschmückte Karsthöhlen sind wohl zu bekannt und zu oft beschrieben worden, um hier eingehender behandelt zu werden. Es mag nur erwähnt werden, daß das ganze Gebiet von Adelsberg einem großen Kalkschwamme mit unzähligen Poren zu vergleichen ist, daß alljährlich dort neue Höhlen entdeckt und zugänglich gemacht werden, sodaß das Adelsberger Gröttengebiet tatsächlich eine der ersten Natursehenswürdigkeiten Europas bildet.

Derartige Höhlen dienen heutzutage noch mitunter als augenblickliche Zufluchtsorte gegen Witterungsunbilden; es hat aber auch eine Zeit gegeben, wo sie als regelrechte Wohnorte benützt wurden. Späterhin, als das Menschengeschlecht an das Dasein höhere Anforderungen zu stellen gelernt hatte, dienten solche Hohlräume wohl nur mehr als Schlupfwinkel von Raubrittern, die ihre Burgen und Schlösser mit Höhlen verbunden, ja teils sogar in Höhlen hineingebaut hatten.

Wie wir bereits gesehen haben, ist der Karst durchaus nicht wasserlos. Eine seiner Eigentümlichkeiten ist aber, daß die Wasser zumeist nicht am Tage, sondern häufiger in unterirdischen Betten fließen. Dies zufolge der chemischen Eigenschaft des gebirgsbildenden Kalkes, der sich vom weichen Regenwasser verhältnismäßig leicht auflösen läßt. Das erwähnte Verschwinden und Wiederauften von Flußläufen verleiht dem Karstlande einen weiteren, eigenartigen Reiz. Ein interessantes Beispiel solcher Art bietet uns die Poik, die die Adelsberger Grotte durchfließt, und vermutlich mit dem Abfluß des Zirknitzer Sees identisch ist. Dieses Wasser ergießt sich bei Planina in eine Höhle, tritt dann wieder zutage, läuft durch die Adelsberger Grotte, um später als Unz und Laibach weiterzufließen. Solchen periodischen und verschwindenden Wassern begegnet man im Karste überall. Man wandert ahnungslos auf hügeligem Terrain vorwärts, plötzlich erblickt man ganz unvermittelt eine mehr oder weniger große Wasserfläche, die man erst für einen Weiher halten könnte. Bei genauerer Betrachtung sieht man aber die langsame Bewegung des Wassers, welches über im Bette eingelagerte Absätze hinabfließt, um plötzlich in der Erde zu versinken. Diese Barren sind auch wieder charakteristische Merkmale der Karstbildung und entstehen durch Absonderung des im Wasser enthaltenen gelösten Kalkes infolge der Verdunstung.

Da das ganze Gebirge von Höhlen, Spalten und Löchern durchsetzt ist, so ist es erklärlich, daß durch die abfließenden Wasser nach Schneeschmelzen in den tiefer gelegenen Teilen Ansammlungen entstehen, die sich zu Seen vereinigen, welche zu gewissen Zeiten große Bodenteile bedecken, zu anderen wiederum ganz verschwinden.

Die Fluten finden im Karstkalke größere oder kleinere Abzugskanäle, durch die sie ins Erdinnere abfließen können. Sind diese gewunden oder heberartig gebogen, so wird das Abfließen von noch mehr Umständen abhängig gemacht und es entstehen dann die intermittierenden Seen. Beispiele solcher finden sich in Dalmatien, Bosnien, Montenegro etc. und heißen dort „Poljes“; sie werden alljährlich regelmäßig überschwemmt und entwässern sich dann wieder selbst durch unterirdische Abzugskanäle.

Einer der bekanntesten periodischen Seen des Karstes ist der Zirknitzer See in Krain, der eine schwache Stunde von der Station Rakek der österreichischen Südbahn entfernt ist. Der See liegt zwischen grünen Hügeln, ist reichlich mit Schilf umwachsen und bietet uns ein malerisches Bild, das die Fahrt-Unterbrechung von einigen Stunden lohnt. Der Zirknitzer See wird mit Booten und Einbäumen befahren und ist bei normalem Wetter ein ganz ungefährliches Wasser. Bei einem Gewitter aber hindert ein starker Wellengang das Rudern und Steuern und treibt die Strömung das Boot leicht zu einem der gefürchteten Sauglöcher (Ponore oder Katavothren), durch die das Wasser oft binnen wenigen Stunden vollständig abgesaugt wird. Wenn ein Boot in einen solchen Wirbel gerät, ist es meist unfehlbar verloren.

Eine der schönsten grünen Karstoasen ist die leider noch wenig bekannte, im südlichen Kroatien befindliche Urwaldgegend der Plitvicer Seen, die, dreizehn an der Zahl, terrassenförmig über einander liegen und durch zahlreiche Wasserfälle mit einander in Verbindung stehen.

Hier kann man so recht das unvergleichlich schöne Farbenspiel bewundern, das den Karstseen zu eigen ist. Durch den Kalkgehalt von einer eigenartigen Opaleszenz, weisen diese Wässer jenen eigenartigen Schimmer auf, den ein Wasser annimmt, dem man Spuren von Milch zugesetzt hat. Dabei sind sie aber so klar, daß man Vorgänge am Boden bis in große Tiefen verfolgen kann. Da sieht man große Lachsforellen stehen, an einer anderen Stelle wimmelt es von Steinkrebsen, die sich mit raschen Schwimmstößen vorwärts bewegen oder über das zerklüftete Kalkgestein klettern. Das Wasser erhält durch die

sich darin spiegelnden Pflanzen, Felsen, Berge, sowie durch Lichtbrechung die verschiedensten Farbennuancen vom düstern Schwarzviolettt bis zu dem hellsten goldigen Gelb und feurigem Purpurrot. Die reichliche Ufervegetation sendet einen lieblichen Duft aus und zwischen malerischen Pflanzengruppen stürzen tosend die Fluten in glasigem Schwalle oder in staubenden Güssen nieder. Die oberen Seen übertreffen an Größe sogar unsere Alpenseen. Der unterste Abfluß, die Korana, ist hingegen wieder ein echter Karstfluß; in nahezu 80 Méter tief eingeschnittenem Gerinne über zahlreiche Kalkstufen dahinschießend, verleugnet dieses Wasser seinen Charakter als Höhlenfluß keineswegs. Die Gestaltung der die Korana einschließenden Felswände läßt nämlich deutlich erkennen, daß vor langen Zeiten das Ganze überdeckt war und gewaltige Höhlendome gebildet hat, wie man solche jetzt noch ähnlich an den Rekahöhlen bei St. Kanzian nächst Divacca bei Triest besichtigen kann.

Auch der montenegrinische Karst weist vielfach Höhlen auf; so befindet sich z. B. in der Nähe von Cetinje eine ausgedehnte, mit prächtigen Tropfsteinen geschmückte Karsthöhle.

Der anheimelnde Charakter der Karstoasen verliert sich immer mehr, je weiter wir an der adriatischen Küste nach Süden gelangen. Während im Norden das Grün und das waldige Element dominieren, tritt uns dort allenthalben der öde, kahle Karst mit seinen starren, vegetationslosen Bergkuppen entgegen und nur die Gegend von Ragusa, sowie der Küstenstrich nächst Zelenika bei Castelnuovo mit ihrer herrlichen, fast tropischen Vegetation, ihren Palmen, Zypressen, Mimosen, Myrten und Erdbeerbäumen, dann mit ihren Feigen, Oliven und Granatäpfeln bilden noch eine rühmliche Ausnahme davon. In dem hinteren Teile der Bocche von Cattaro aber erreicht der Karst seinen ausgesprochensten Charakter: Himmelhoch anragende, steile, zerklüftete Felsberge, die nur an der Meereszone, von der sie umgürtet werden, Vegetation aufweisen, sonst aber höchstens von grau-grünem Rosmarin, ebenso gefärbten Zwergkiefern oder Wacholderbüschchen bestanden sind, verleihen dem Ganzen ein für den ersten Augenblick trauriges Gepräge, solange man diese Gebiete vom Bord des Dampfers allein aus erblickt.

Sobald der Wanderer aber sich mitten in dieser grauen Steinwildnis befindet und die Farbeneffekte studiert, die der Wechsel der Sonnenbeleuchtung vom frühen Morgen bis zum späten Abend bringt, wenn er mit der hier wehenden scharfen Luft, mit jedem Atemzuge das Gefühl des Ungebundenseins, der unendlichen Freiheit, die auf diesen Bergen wohnt, einschlürft, da überkommt es ihn mit einem eigenartigen, erhebenden Empfinden. Dem hoch oben in den Lüften kreisenden Adler möchte er sich vergleichen und endlose Bewunderung für den großen Weltenmeister, der dies alles in so märchenhafter Pracht und Schönheit, Abwechslung und Mannigfaltigkeit geschaffen hat, überwältigt den Wanderer und erfaßt sein Herz und Gemütt.

Auf der Paßhöhe des montenegrinisch-dalmatinischen Karstes stehend, hat man einen Ausblick, der weder durch den Pinsel wiederzugeben, noch erschöpfend zu beschreiben ist. Landeinwärts streift der staunende Blick über ein bleiernes, wildbewegtes Steinmeer; soweit das Auge reicht, nichts als Stein, bis an die fernsten Bergkuppen, die sich so eigenartig grotesk von dem dunkelblauen Himmel abheben. Das ist die „Černagora“, das Land der „schwarzen Berge“, wie der Montenegriner selbst seine Heimat nennt. Abends, wenn die tiefroten Strahlen des scheidenden Tagesgestirnes das tote, düstere Gestein in tausenderlei Gestalten zu beleben scheinen, wenn zahllose Schaf- und Ziegenherden von den Bergen zu Tale ziehen, der leichfüßige, malerisch gekleidete Montenegriner in leichtem, sicherem Schwunge von Fels zu Fels setzt, da lernt man es begreifen, daß solch ein Kind der Černagora, an dem jeder Zoll ein Fürstensohn ist, den das Gefühl der goldenen Freiheit und vollständigen Unabhängigkeit erhebt, in unseren Städten dahinsiechen und wie Gletschereis vor der Tropensonne vergehen muß. Wer von Kindheit an die kräftigende, heilsame Luft dieser stolzen Berge einsog, wer Jahre hindurch im Karste gelebt hat, der ist unfähig, in unserer kranken und unnatürlichen Atmosphäre verweichlichender Kultur weiterzuleben. Im Gegenteil aber muß jeder, der aus dem Dunstkreis der Städte in den freien, gesunden Karst kommt und seinen endlosen Zauber und Reiz auf sich einwirken läßt, die wohltuende und

erfrischende Wirkung eines derartigen Aufenthaltes empfinden und neugekräftigt, voll frischer Schaffenslust in seine Heimat zurückkehren.

### 5. Versammlung am 17. März 1906.

Herr Prof. Dr. A. von Ettingshausen hielt einen Vortrag über:

#### Fortschritte in der elektrischen Beleuchtung.

Ausgehend von der gewöhnlichen, sehr verbreiteten Kohlenfaden-Glühlampe besprach der Vortragende zunächst den Zusammenhang, welcher zwischen dem Strom, den die Lampe aufnimmt, der von ihr sekundlich konsumierten elektrischen Energie, der Leuchtkraft und dem Leitungswiderstande besteht, wenn man diese Größen sämtlich in ihrer Abhängigkeit von der dem Kohlenfaden zugeführten Spannung betrachtet. Das bei allen derartigen Lampen sehr ähnliche Verhalten ergibt, daß — in der Nähe des sogenannten normalen Leuchtens — einer mäßigen Erhöhung der Spannung, z. B. um 3%, eine ungefähr gleiche Erhöhung der Stromstärke entspricht, während der Wattverbrauch dabei um 6—7% zunimmt, die Leuchtkraft aber um 16—20% ansteigt. Die Temperatur des weißglühenden Kohlenfadens, die nach neueren Bestimmungen (mit Hilfe der Strahlungsgesetze) auf zirka 1700° Celsius zu veranschlagen ist, steigt hiebei relativ nur wenig und beträgt deren Zunahme (die übrigens von der Beschaffenheit der Kohle abhängt) kaum 1% des Wertes.

Geraume Zeit nach Erfindung der Glühlampe durch Edison war kein wesentlicher Fortschritt auf diesem Gebiete der Beleuchtungstechnik zu verzeichnen; man hat zwar Lampen mit sehr geringem Wattverbrauch pro Lichteinheit (Kerze) gefertigt — derselbe beträgt gewöhnlich  $3\frac{1}{2}$  Watt pro Kerze —, doch war die Lebensdauer dieser Lampen eine sehr verminderte. Einen bedeutenden Fortschritt stellte die Erfindung der Nernst-Lampe (1897) dar, die, seit ihre technische Herstellung gelang, trotz des höheren Preises sich mehr und mehr einbürgerte. Der Vortragende besprach die Einrichtung dieser Lampe und hob hervor, daß bei gleichem Verbrauch an elektrischer Energie die Lichtausbeute bei der

selben rund doppelt so groß ist, als bei der gewöhnlichen Glühlampe; man benötigt pro Kerze nur 1·6—1·7 Watt; die Temperatur des Glühstifts der Nernst-Lampe ist auf nahe 2000° Celsius bestimmt worden.

Im Jahre 1902 kam eine Glühlampe auf den Markt, welche sich gleichfalls durch große Ökonomie auszeichnet, die von Baron Auer von Welsbach erfundene Osmiumlampe; deren Herstellung wird beschrieben und ihr von der Kohlenfadenlampe abweichendes Verhalten erwähnt: der Wattkonsum pro Kerze ist 1·5—1·6 Watt. Zumeist werden aber diese Lampen nur für niedrige Spannungen (37—55 Volt) hergestellt, weshalb bei den Lichtanlagen mehrere Lampen in Serie geschaltet, oder sogenannte Spannungsteiler — was aber nur bei Wechselstrom ausführbar — zur Verwendung kommen müssen. Die Lebensdauer der Osmiumlampen ist eine ganz bedeutende, was wesentlich der mäßigen Strombelastung des Metallfadens zuzuschreiben sein mag; die Temperatur des glühenden Drahtes ist niedriger, als jene der Kohlenfäden.

Aus der jüngsten Zeit stammen die (von Dr. Bolton der Siemens & Halske Akt.-Ges. konstruierten) Tantallampen sehr dünne Fäden ( $1/20$  mm dick) dieses Metalles, dessen Schmelzpunkt auf 2300° Celsius geschätzt wird, sind in einer Länge von fast  $2/3$  Met. in einer evakuierten Glasbirne untergebracht und werden vom elektrischen Strom zur Weißglut erhitzt. Die Lampen werden dermalen für 110 Volt und 25 Normalkerzen Leuchtkraft hergestellt, brennen sehr ökonomisch mit 1·6—1·7 Watt pro Kerze und haben eine Lebensdauer von über 600 Stunden; für Wechselstrom sind sie allerdings weniger geeignet, als für Gleichstrom, weil sie sich bei jenem in kurzer Zeit stark schwärzen. Das Verhalten hinsichtlich der Leuchtstärke bei Spannungsänderungen ist bei Osmium- und Tantallampen sehr verschieden von jenem der Kohlenfadenlampen.

Die verschiedenen Glühlampen wurden gezeigt und noch der Zirkonlampe, sowie der Glühlampen aus kolloidalen Metallen (nach Dr. Kužel) Erwähnung getan; auch die vielumstrittene Frage wurde gestreift, ob höhervoltige Lampen (z. B. für 220 Volt) den niedervoltigen (110 Volt) hinsichtlich Ökonomie

gleichwertig sind; nach den Versuchen ergibt sich eine Überlegenheit der niedervoltigen Lampen.

Der Vortragende wandte sich nun zu den Quecksilber-Dampflampen, bei welchen das Leuchten nicht nur infolge von Temperaturstrahlung geschieht, sondern auch sogenannte Elektrolumineszenz auftritt. Nach einem kurzen Überblick über die Entwicklung der Quecksilberlampe wurde eine Lampe nach Fabry-Perot gezeigt, die mit einer Spannung von 24 Volt (einschließlich Vorschaltwiderstand) und  $3\frac{1}{2}$  Amp. Strom dauernd brennt. Sodann erläuterte der Vortragende die Einrichtung der Cooper-Hewitt-Lampe (1901), die in Amerika bereits große Verbreitung erlangt hat und äußerst ökonomisch ist, da sie samt dem Ballast nur etwa  $\frac{4}{10}$  Watt pro Kerze verbraucht. Die Zündung erfolgt bei derselben durch Neigen der langen, teilweise mit Quecksilber gefüllten Röhren, wodurch vorübergehend eine metallische Verbindung zwischen den Elektroden hergestellt wird. Das Quecksilberlicht ist außerordentlich reich an violetten und chemisch wirksamen Strahlen, der Lichtwirkungsgrad ein mehrfach höherer, als selbst bei Bogenlicht; auch die Lebensdauer ist eine sehr große (1600 Stunden und mehr). Bemerkenswert ist die Verwendung der Lampe als „Gleichrichter“ bei Wechselstrom-Anlagen. Es wurde ferner die interessante Quarzglas-Quecksilberlampe von Heraeus demonstriert, deren Zündung durch einen Induktionsfunken geschieht, und mit derselben mehrere Versuche vorgeführt, welche die enorm starke chemische, ozonisierende und Phosphoreszenz erregende Wirkung der Strahlen zeigten; auch elektrische Funken werden durch die Strahlen, deren Wellenbereich bis auf  $\frac{2}{10\,000}$  mm reicht, ausgelöst. Die Ökonomie ist inklusive Vorschaltwiderstand 1·1 Watt pro Kerze.

Endlich erwähnte der Vortragende die Uviollampe von Schott und Genossen in Jena und demonstrierte eine sogenannte Hagehlampe (dieser Firma), die der Quarzglaslampe hinsichtlich der kurzen Wellenlänge der Strahlen nur um wenig nachsteht. Solche Lampen können in Gleichstromnetzen von 110 oder 220 Volt Spannung zu zwei oder drei Stück in Serie mit einem induktiven Vorschaltwiderstand verwendet werden.

Um dem Lichte eine für Beleuchtungszwecke günstigere

Farbe zu verleihen, können außerdem noch gewöhnliche Glühlampen zum Vorschalten benutzt werden. Beim Quecksilberlicht tritt geringere Ermüdung der Augen ein, als bei anderen Beleuchtungsarten; als Lichtquellen beim Kopieren, für Porträtaufnahmen, photochemische Untersuchungen, bei Reproduktionsverfahren, aber auch für Lichtheilzwecke (die Strahlen haben nämlich Bakterien tötende Wirkung) scheinen die Quecksilberlampen sicher eine Zukunft zu haben.

## 6. Versammlung am 31. März 1906.

Herr Dr. F. Fuhrmann sprach über

### die herbstliche Pilzflora der Umgebung von Graz.

An den höheren Pilzen kann man zwei Teile unterscheiden, ein Fasergeflecht, das aus dünnen und derberen Strängen zusammengesetzt und im Boden weit verbreitet ist, und endlich einen meist oberirdischen, nur zu gewissen Zeiten auftretenden Fruchtkörper. Das verborgen wuchernde Fasergeflecht pflegt man als Pilzmutter, Pilzläger oder Mycelium zu bezeichnen, und dieser Teil der Pilze ist das Dauernde und Bleibende, während der Fruchtkörper, im Volksmunde kurzweg Schwamm oder Pilz genannt, nur sehr vergänglicher Natur ist. Deshalb ist auch die so weit verbreitete Ansicht falsch, daß durch Abreißen der Schwämme der Pilzbestand einer Gegend geschädigt werde.

Das Myzel besteht aus feinen und feinsten Fäden, Hyphen genannt, die meist durch Spitzenwachstum sich verlängern und durch reichliche Seitensproßbildung sich weit verbreiten. Nach der Art und Weise der Verbindung der Hyphen untereinander unterscheidet man ein fädiges, flockiges, fibrillöses und häutiges Myzel. Werden aber feste stecknadelkopf- bis faustgroße Knollen von den Hyphen innerhalb des Pilzlagers gebildet, so spricht man von Sklerotien, aus denen dann unter günstigen Bedingungen die Fruchtkörper getrieben werden.

Bei der einfachsten Myzelform, dem flockigen und fädigen Myzel, sind die dasselbe zusammensetzenden Hyphen untereinander gleichwertig. Sobald aber dickere Stränge und Platten

gebildet werden, wie beim fibrillösen und häutigen Myzel, tritt eine Differenzierung unter den Hyphen ein, je nachdem von ihnen das Rindengewebe oder der axiale Strang oder endlich das Übergangsgewebe zusammengesetzt wird.

Wenn günstige Bedingungen eintreten, treiben die Pilz-  
lager die sehr verschieden geformten und gefärbten Fruchtkörper. Sie besitzen eine Kugel-, Becher-, Korallen-, Keulen- oder Hutform oder breiten sich als große Lappen auf der Unterlage aus. Am Fruchtkörper sind wieder mindestens zwei Abschnitte zu unterscheiden, das sterile Fruchtkörperstützgewebe und eine besonders ausgebildete Fruchtschicht, auf der die Sporen entstehen und die Hymenium genannt wird. Bei vielen Pilzen gliedert sich der Fruchtkörper in einen Hut und Stiel, welch letzterer das Hymenium trägt. Dieses hat bei den verschiedenen Pilzarten ein verschiedenes Aussehen und überzieht entweder frei nach außen mündende Röhren, Blätter oder Stacheln oder die freie Oberfläche des Fruchtkörpers oder endlich besondere Hohlräume im Innern des Fruchtkörpers, die sich erst nach vollendet Sporenreife nach außen öffnen. Bei *Psalliota campestris*, dem sehr geschätzten Feldchampignon, überzieht das Hymenium an der Unterseite des Hutes radiär gestellte Blätter. Ein Querschnitt durch ein solches Blatt lässt unter dem Mikroskop mehrere wohl differenzierte Bestandteile erkennen. Die Trama bildet den Kern des Blattes und füllt seine Mitte aus; darauf folgt die subhymeniale Schicht, auf der das eigentliche Hymenium aufsitzt. Die Zellen desselben sind nicht gleichwertig. Zwischen den vorspringenden Basidien, auf denen zwei auf Sterigmen sitzende Sporen gebildet werden, sind sterile Stützzellen, Paraphysen, eingeschaltet.

Die mikroskopisch kleinen Sporen sind von sehr verschiedener Form, Farbe und Größe, alles Merkmale, die für die Erkennung und Bestimmung der Pilze von der größten Bedeutung sind.

Nach einigen kurzen Bemerkungen über die Entwicklung des Fruchtkörpers vom Feldchampignon an der Hand von projizierten Mikrophotogrammen und einigen Worten über die Systematik der Pilze wurde eine Reihe von Pilzphotogrammen

vorgeführt, die die Pilze an ihren natürlichen Standorten zeigten. Daran knüpften sich kurze Angaben über die charakteristischen Merkmale des betreffenden Pilzes, seinen Nutzwert und Fundort.

Folgende Pilze wurden im Bild vorgeführt:

1. *Tremellodon gelatinosus* Vitt., Zitterling, Eispilz; östlicher Plattenabhang.
2. *Gyrocephalus rufus* Bref., rotbrauner Gallertpilz; westlicher Riesabhang.
3. *Craterellus cornucopioides* L., Totentrompete; Gaisberg und Feliferhof.
4. *Clavaria pistillaris* L., Keulenhändling; Ölberg.
5. *Clavaria flava* Schäff., gelber Ziegenbart, gelber Korallenpilz; Wenibuch.
6. *Hydnus repandum* L., Semmelstoppelpilz; Wenibuch und Feliferhof in großen Trupps.
7. *Hydnus imbricatum* L., Habichtstoppelpilz, Habichtspilz, Rehpilz; Wenibuch.
8. *Polyporus versicolor* L., bunter Porling; in allen Wäldern der Grazer Umgebung.
9. *Polyporus confluens* Alb. u. Schw., Semmelporling, Semmelpilz; westlicher Riesabhang und Feliferhof.
10. *Polyporus ovinus* Schäff., Schafporling, Schafeuter; Feliferhof in riesigen Trupps.
11. *Daedalea quercina* Pers., Eichenwirrling; Buchenstrunk auf dem Ölberg.
12. *Daedalea cinerea* Fries; Gaisberg, Ostabhang.
13. *Boletus rufus* Schäff., Rothautröhrling; westlicher Riesabhang.
14. *Boletus scaber* Bull., Birkenröhrling, Birkenpilz. Kapuzinerpilz; nordöstlicher Plattenabhang.
15. *Boletus flavus* With., gelber Röhrling; Gaisberg.
16. *Boletus bulbosus* Schäff., Herrenpilz, Steinröhrling; Platte.
17. *Paxillus atrotomentosus* Batsch, Sammtfußkrämppling; westlicher Riesabhang.
18. *Coprinus micaceus* Bull., Glimmertintling; Ölberg.
19. *Russulopsis laccata* Schröt. var. *amethystina*, Lackbläuling; Ölberg.

20. *Lactaria vellerea* Fr., wolliger Milchling; östlicher Plattenabhang.
21. *Agaricus galericulatus* Scop., Mützenhelmling; Wenisbuch.
22. *Agaricus metachrous* Fr., zweifarbiger Trichterling; Ölberg.
23. *Agaricus gilvus* Pers., fahlgelber Trichterling; prachtvolle Hexenringe am Feliferhof.
24. *Tricholoma rutilans* Schäff., rötlicher Ritterling; westlicher Riesabhang.
25. *Agaricus saponaceus* Fr., Seifenritterling; Wenisbuch.
26. *Cortinarius alboviolaceus* Pers., weißvioletter Dickfuß; Feliferhof.
27. *Hypholoma fasciculare* Huds., büschlicher Schwefelkopf; Ölberg.
28. *Pholiota mutabilis* Schäff., Stockschüppling, Stockschwämmchen; Ölberg.
29. *Psalliota arvensis* Schäff., Schafegerling, Schafchampignon; westlicher Riesabhang.
30. *Lepiota procera* Scop., großer Schmierling, Parasolpilz; nördlicher Riesabhang.
31. *Amanita muscaria* L., Fliegenpilz; Platte.
32. *Lycoperdon gemmatum* Batsch, Warzenstäubling, Flaschenstäubling; Ölberg.
33. *Scleroderma vulgare* Horn., Pommeranzenhärtling, Kartoffelbovist; Wenisbuch.

### Exkursion nach Hörgas am 20. Mai 1906.

Einer Einladung des Vereinspräsidenten Prof. W. Prausnitz folgend, begab sich eine große Anzahl von Vereinsmitgliedern nach Hörgas bei Gratwein, um die damals eben in Vollendung begriffene, bald darauf eröffnete neue Tuberkulose-Heilstätte zu besichtigen.

Die Anstalt liegt in der Nähe des Stiftes Rein an einem gegen Norden geschützten Höhenzuge; sie ist umgeben von Wald und Feld, welche in einer Ausdehnung von mehr als 100 Joch zur Anstalt gehören und den Kranken genügende

Möglichkeit geben, Spaziergänge zu machen, ohne die Grenzen der Anstalt zu verlassen.

In dem Hauptgebäude sind nach Süden zu die Schlaf- und Tagräume für die Kranken, die Wohnungen für den Hausarzt, den Hauswart und die Schwestern, sowie die Kapelle untergebracht, während an der Rückseite sich das Kesselhaus der Niederdruck-Dampfheizung, die Klossets und die Laboratoriumräume befinden. In einem Anbau liegen die Küche und die dazu gehörigen Nebenräume, im 1. Stock die beiden Speisesäle. In einem anderen Anbau ist die Wäscherei und das auch für hydriatische Prozeduren eingerichtete Bad untergebracht. Auf dem Dach dieses Anbaues ist ein Sonnenbad eingerichtet. Die Liegehalle ist seitlich vom Hauptgebäude angeordnet, wie dies bei den meisten neueren Sanatorien für Lungenkranke der Fall ist.

Die innere Einrichtung des Hauses entspricht modernen hygienischen Anforderungen; es ist alles vermieden, was zur Ablagerung von Staub Veranlassung geben kann; auch sind die Gegenstände durchwegs so eingerichtet, daß sie leicht gereinigt, beziehungsweise sterilisiert werden können.

Die ganze Anlage gewährt einen freundlichen, überaus wohltuenden Eindruck und es ist bestimmt zu hoffen, daß das nach den modernen Grundsätzen zur Bekämpfung der Tuberkulose errichtete Werk dazu beitragen wird, die Verbreitung dieser schweren Krankheit einzuschränken.

Nachdem Herrn Prof. Prausnitz für seine liebenswürdige und sehr instruktive Führung in der Anstalt der Dank ausgesprochen war, benützte ein großer Teil der in Hörgas versammelten Mitglieder die Abendstunden des schönen Maitages zu einem Spaziergang zu den Reiner Teichen, bei welchem unter Führung des Berichterstatters namentlich der dortigen interessanten Flora Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

### 7. Versammlung am 9. Juni 1906.

Herr Professor Dr. C. Doelter hielt einen Vortrag:

#### Die Vesuv-Eruption im Jahre 1906.

Die einleitenden Worte galten der Verbreitung der Feuerberge auf der Erde überhaupt, sonach den vulkanischen Er-

hebungen Italiens, der interessanten Bildung eines Vulkanes in der Neuzeit innerhalb drei Tagen (des Vulkanes von Pozzuoli, des Monte Nuovo).

Auf den Vesuv selbst eingehend, behandelte der Vortragende zuerst in kurzen Zügen die Geschichte dieses bestgekannten aller Feuerberge und begann dann die Schilderung der Ereignisse am Vesuv im Jahre 1906.

Die Eruption setzte am 4. April mit einem kräftigen Aschenregen ein, dem dann die Lavaeruption folgte. Darnach ein großer Ausbruch von Lapilli, darauf wieder Aschenregen und schließlich die Eruption der Lava. Ziemlich lange Zeit dauerte der Auswurf der Lapilli, das Ende der ganzen Vulkan-tätigkeit war ein äußerst anhaltender Aschenregen, und es soll die Asche durch den Wind bekanntlich bis nach Dalmatien und weiter getrieben worden sein.

Der wirtschaftliche Schaden erfolgte außer durch die Lava durch den Fall der Lapilli und durch den reichen Aschenregen. Die schwere Asche drückte die Dächer der Baulichkeiten ein und gab diese damit dem Verfalle preis.

Die Produkte der vulkanischen Tätigkeit sind zum Teil gasförmige: Wasserdampf, Salzsäuregas, Schwefeldioxyd, Stickstoff, Fluor und Kohlenwasserstoff.

Aus ihnen entstehen wieder chemische Verbindungen (Sublimationsprodukte): Kochsalz, Salmiak (salzsaures Ammon), schwefelsaures Ammon (Maskagnin), Eisenchlorid, Eisenchloridsalmiak, Kalium- und Natriumsulfat.

Als flüssiges Produkt quillt die Lava hervor, entweder als Gipfellava (bei niedrigen Vulkanen) oder als Fußlava (bei sehr hohen Vulkanen, wie z. B. auch schon am Ätna).

Die vulkanischen Aschen, die 1906 ausgeworfen wurden, waren der Farbe nach verschieden: schwarz (dunkel), rotbraun und hellgrau. Besonders die letztere Asche war es, die auf so vielen photographischen Aufnahmen des Eruptionsgebietes so oft den Typus von mit Schnee bedeckten Flächen vortäuscht. Die Lava von 1906 zeigte im allgemeinen eine ziemlich rasche, wenigstens oberflächliche Erstarrung.

Der Vortrag wurde sehr reichlich unterstützt durch Vorzeigen von Sublimationsprodukten des Vesuv, dessen Aschen,

Laven und ihre Formen: Schollen-, Fladen- und Stricklaven, Mineralien, die durch vulkanische Tätigkeit entstehen.

Eine Reihe von über 30 Projektionsbildern wurde vorgeführt, Darstellungen des Vesuv, der Eruptionsergebnisse desselben, Bilder aus der letzten Eruption von 1906, endlich aus Diapositive nach Dünnschliffen.

Zum Schlusse sprach der Vortragende den Wunsch aus, es möge sich recht bald das „Observatorium“ auf dem Vesuv in eine Stätte verwandeln, in der es möglich ist, alle bei solchen Eruptionsergebnissen dringenden Studien in chemischer, physikalischer, meteorologischer etc. Hinsicht rasch und durch die besten Hilfsmittel unterstützt durchführen zu können, sodaß das Observatorium dann ein Sammelpunkt der Forscher werde, die sich für Vulkanismus und dessen sämtliche Begleiterscheinungen interessieren.

### 8. Versammlung am 20. Oktober 1906.

Herr Professor Dr. O. Zoth hielt einen Vortrag:  
Über einige neuere Anwendungen des stereoskopischen Prinzipes.

Von der trigonometrischen Entfernungsmessung ausgehend wies der Vortragende auf die Unzulänglichkeit des Doppelauges als trigonometrischen Apparates hin und leitete das Prinzip der Querdisparation aus dem Lehrsätze von der Kongruenz der Netzhäute ab. Die Nichtidentität der beiden Netzhautbilder wurde an einer Reihe einfacher Beispiele demonstriert und der Begriff der binokularen Parallaxe und stereoskopischen Differenz sowie deren Abnahme mit zunehmender Entfernung und Zunahme mit Vergrößerung der Basis erörtert. Nachdem noch die Beziehungen zwischen Tiefen- und monokularer Sehschärfe erörtert sowie die alte Anwendung des stereoskopischen Prinzipes in der Stereoskopie und die Konstruktion stereoskopischer Bilder kurz besprochen worden waren, wurde zunächst das Prinzip und die Geschichte der Konstruktion der Zeißfeldstecher und Relieffernrohre auseinandergesetzt und an verschiedenen Wandtafeln, Modellen und Instrumenten demonstriert. Hieran schloß sich die Beschreibung der Konstruktion und

Wirkungsweise der Stereotelemeter und eine kurze Skizze der Pulfrich'schen Methode der Stereophotogrammetrie und ihrer verschiedenen Anwendungsweisen. Der Stereokomparator und der Phototheodolit von Pulfrich wurden an der Hand von Lichtbildern kurz besprochen. Zu dem Vortrage hatte die Wiener Vertretung der Zeißwerke in dankenswerter Weise eine Anzahl von Modellen und Instrumenten zur Verfügung gestellt.

### 9. Versammlung am 3. November 1906.

#### Gedächtnisfeier

für das am 5. September 1906 verstorbene Ehrenmitglied des  
Vereines Hofrat Professor Dr. Ludwig Boltzmann.

Herr Hofrat Professor Dr. A. v. Ettingshausen ergriff das Wort zu folgendem Nachruf:

#### Hoch ansehnliche Versammlung!

Am Ende der ersten Septemberwoche brachte der Telegraph aus Duino die erschütternde Nachricht, daß Professor Ludwig Boltzmann daselbst am 5. September plötzlich aus dem Leben geschieden sei. In der ganzen wissenschaftlichen Welt hat diese Schreckenskunde tiefste Trauer und Wehmut hervorgerufen, verbunden mit innigstem Mitgefühl an dem tragischen Schicksale dieses großen Mannes. Beklagt ja doch die Wissenschaft den Hintritt eines der ersten Meister in der theoretischen Physik, eines Heroen auf dem Gebiete mathematisch-physikalischer Forschung, der, mit ganz ungewöhnlichen Gaben ausgestattet, alle mathematischen Hilfsmittel mit einer geradezu bewundernswerten Gewalt anzuwenden wußte: kaum schien es ein Problem zu geben, das er durch die Macht seiner analytischen Waffen nicht zu bezwingen —, oder wo er den Schleier nicht einigermaßen zu lüften vermochte.

Ein Genius ist dahin geschwunden, wie er selten der Menschheit beschieden wird, der in Regionen heimisch war, wohin seiner Spur zu folgen überhaupt nur wenige die Fähigkeit besitzen; eine Leuchte am wissenschaftlichen Himmel ist erloschen, ein Fürst der Wissenschaft geschieden. Zugleich ist ein edler, herrlicher Mensch von uns gegangen, dessen Seele erfüllt war von wahrer Idealismus, ein Mensch von unbe-

schreiblicher Güte, mit sonniger Heiterkeit des Gemütes und mit köstlichem Humor von der Natur beschenkt, solange nicht schwere seelische und körperliche Leiden seine unverwüstlich scheinende Kraft untergraben und seinen Willen gelähmt hatten.

„Ein schwererer Schlag hätte die wissenschaftliche Welt, insbesondere jene Österreichs und Wiens, wohl kaum treffen können, als die unerwartete Nachricht von dem tragischen Tode Ludwig Boltzmanns“; mit diesen Worten beginnt Professor Ernst Mach seinen schönen Nachruf, den er zwei Tage nach dem traurigen Ereignisse in der „Neuen Freien Presse“ veröffentlichte. An der großen, allgemeinen Trauer um den seltenen Mann nimmt der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark den innigsten Anteil; beklagt er ja doch in dem Hintritte Boltzmanns auch den Verlust seines Ehrenmitgliedes und ehemaligen Vizepräsidenten, daher die Direktion des Vereins beschlossen hat, eine Versammlung zu berufen, um dem Andenken des hochgeehrten Mannes eine Stunde pietätvoller Erinnerung zu weihen. Mir ist die Auszeichnung zuteil geworden, vor Ihnen, geehrte Anwesende, ein, wenn auch nur flüchtiges Bild der gewaltigen Lebensleistung Boltzmanns zu entwerfen, eine sicher nicht leichte Aufgabe, deren Schwierigkeit ich mir wohl bewußt bin und die zweifellos von einem meiner geehrten Fachkollegen weit besser gelöst würde, als dies meine geringen Kräfte erlauben. Dennoch glaubte ich die an mich ergangene Einladung nicht ablehnen zu dürfen; hatte ich doch das unverdiente Glück, eine Reihe von Jahren an Boltzmanns Seite zu stehen, und knüpfen sich für mich so viele teure Erinnerungen an jene schöne, lange entschwundene Zeit, Erinnerungen, die mir gerade heute wieder mächtig vor die Seele treten, wo ich von derselben Stelle zu Ihnen spreche, an der Boltzmann während seines zweiten Aufenthaltes in Graz gelehrt hat. Lassen Sie mich daher versuchen, Ihnen, geehrte Anwesende, so gut ich es eben kann, einen schwachen Begriff von der Bedeutung dieses, seine Zeitgenossen so hoch überragenden Mannes zu geben. Gestatten Sie mir, zuerst kurz von seinem äußeren Lebenslaufe Einiges zu erzählen.

Ludwig Boltzmann wurde am 20. Februar 1844 in Wien geboren; seinen Vater, der k. k. Finanzkommissär war, verlor

er frühzeitig; ein Bruder, namens Albert, starb schon als Gymnasialschüler. So lebte Boltzmann in seinen jungen Jahren allein mit seiner Mutter, einer geb. Bauernfeind, und seiner Schwester Hedwig.

Nach Absolvierung der Gymnasialstudien in Linz bezog er im Jahre 1863 die Universität in Wien, wo er sich mathematischen und physikalischen Studien unter Moth, Stefan und Petzval widmete; hier schloß er schon damals innige Freundschaft mit dem genialen, allerdings bedeutend älteren Loschmidt und mit dem noch lebenden derzeitigen k. u. k. Generalmajor Albert v. Obermayer.

Boltzmann wurde bald Zögling des physikalischen Institutes, das sich damals in Erdberg befand, promovierte 1866 und habilitierte sich bereits im folgenden Jahre an der Wiener Universität. Schon nach drei Semestern Privatdozentur kam er 1869 als ordentlicher Professor der mathematischen Physik an die Universität nach Graz, verließ dieselbe aber im Jahre 1873, um als Nachfolger Moths den Lehrstuhl der reinen Mathematik in Wien zu übernehmen; in den Jahren 1871 und 1872 war er je ein Semester beurlaubt und verbrachte diese in Heidelberg und Berlin mit Studien und Arbeiten, besonders bei Helmholtz beschäftigt. Seiner Neigung zur Physik folgend, nahm er im Jahre 1876 den Ruf nach Graz als Professor der Experimentalphysik und Nachfolger August Toeplers an und wurde Leiter des im Jahre vorher fertig gewordenen physikalischen Institutes. In demselben Jahre 1876 vermählte er sich mit Fräulein Henriette v. Aigentler, einer hochgebildeten jungen Dame, welche selbst früher mathematischen und physikalischen Studien abgelegen hatte. Hier in Graz blieb nun Boltzmann volle 14 Jahre in einer Stellung, in der er sich, wie es scheint, sehr wohl fühlte, bis im Jahre 1888 die Berufung nach Berlin auf den durch Kirchhoffs Tod erledigten Lehrstuhl der mathematischen Physik an ihn herantrat. Diesen Ruf nahm er an, machte jedoch seine bereits unter glänzenden Bedingungen erfolgte Ernennung später wieder rückgängig. Im Jahre 1890 verließ er aber Graz definitiv und folgte dem Rufe nach München als Professor der theoretischen Physik; nach dem Tode Stefans kam er 1894 wieder nach Wien, aber 6 Jahre

später (1900) nahm er eine Berufung an die Universität nach Leipzig an; hier blieb er jedoch nur 2 Jahre und im Jahre 1902 kehrte er abermals als Professor der theoretischen Physik nach Wien zurück. Daselbst hielt er neben den Vorlesungen seines eigentlichen Faches seit dem Studienjahre 1903/4 auch solche über Naturphilosophie.

Schon aus dieser kurzen Schilderung seines Lebensganges werden Sie, geehrte Anwesende, die wunderbare wissenschaftliche Vielseitigkeit von Boltzmanns Geist erkennen; in Mathematik, theoretischer Physik, Experimentalphysik und Philosophie betätigt er sich überall in gleich glänzender Weise als Lehrer; und wenn ich nun versuchen würde, Ihnen einen Überblick über die Forschungsarbeiten Boltzmanns zu geben und dies zugleich in einer der großen Bedeutung dieser Forschungen nur halbwegs entsprechenden Weise tun wollte, so käme ich in eine große Verlegenheit. Es ist sowohl die enorme Zahl der Abhandlungen und Schriften, als auch der tiefe und schwierig wiederzugebende Inhalt der in denselben niedergelegten theoretischen Untersuchungen, welche ein solches Beginnen geradezu aussichtslos erscheinen lassen müssen. Wenn ich Ihnen, geehrte Anwesende, sage, daß die Zahl der selbständigen Abhandlungen allein gegen 100 beträgt, die teils in den Schriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, der königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften in München, ferner in den Annalen der Physik, als sie nacheinander von Poggendorff, Wiedemann und Drude redigiert wurden, und auch noch an anderen Orten erschienen sind, wenn ich bemerke, daß manche der Abhandlungen ganz stattliche Hefte sind — beispielsweise haben die drei Aufsätze „Zur Theorie der Gasreibung“ zusammen 162 Groß-Oktav-Seiten —, wenn ich weiters anführe, daß Boltzmann außerdem zwei Bände unter dem Titel „Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes“, desgleichen je zwei Bände „Vorlesungen über Gastheorie“ und solche „Über die Prinzipien der Mechanik“ erscheinen ließ, so habe ich noch immer nicht alles gesagt; er hat auch die Maxwell'schen Abhandlungen „On Faradays lines of force“ und „On physical lines of force“ deutsch herausgegeben und inter-

pretiert, einen Nachtrag zu Kirchhoffs Abhandlungen zusammengestellt, sowie zahllose Referate verfaßt, und im vorigen Jahre noch übergab er einen ziemlich starken Band, der die meisten seiner Reden enthält, unter dem Titel „Populäre Schriften“ der Öffentlichkeit. Daraus können Sie vielleicht eine schwache Vorstellung sich bilden von seiner unermüdlichen Tätigkeit und seiner außerordentlichen, staunenswerten Schaffungskraft.

Sie würden es daher gewiß pietätlos finden, wenn ich Sie langweilen wollte durch eine vollständige und namentliche Aufzählung der Arbeiten dieses Mannes, dessen Andenken zu feiern wir heute hier versammelt sind: ich kann nur einen Teil davon erwähnen. Schon die Erstlingsarbeit Boltzmanns aus dem Jahre 1865, als er, 21 Jahre alt, Zögling des Wiener physikal. Instituts war, „Über die Bewegung der Elektrizität in krummen Flächen“ läßt das große mathematische Genie erkennen. Es ist ein eigentümlicher Zufall, daß auch Kirchhoffs erste Arbeit „Die Strömung der Elektrizität in Platten“ ein ähnliches Thema behandelt. Boltzmann bewies in seiner Abhandlung auf analytischem Wege, daß der elektrische Leitungs-widerstand einer dünnen Kugelschale, welche durch zwei punktförmige, auf derselben befindliche Elektroden mit einer Stromquelle verbunden wird, unabhängig vom Kugelradius sich herausstellt, also auch gleich ist dem Widerstande einer unendlichen Ebene, auf der sich die Elektroden in derselben Distanz befinden; außerdem berechnete er die Elektrizitätsbewegung auf einer unendlichen, zylindrischen Fläche. Eine andere Arbeit, in der sich Boltzmann sowohl als Theoretiker, wie auch als geschickter Experimentator zeigt, ist die aus dem Jahre 1869 stammende „Über die Wechselwirkung der Teile eines elektrischen Stromes von veränderlicher Gestalt“, in welcher er nachweist, daß das Ampère'sche Gesetz der Wirkung elektrischer Stromelemente auch in dem erwähnten, bis dahin noch nicht untersuchten Falle mit der Erfahrung genau übereinstimmende Resultate gibt.

Seine schönsten Experimental-Untersuchungen sind zweifellos jene über das Verhalten nicht leitender Körper unter dem Einflusse elektrischer Kräfte. Es handelte sich zunächst

um die Bestimmung der sogenannten Dielektrizitätskonstante von Isolatoren, welche Boltzmann nach verschiedenen Methoden, ermittelte und dadurch zugleich den Nachweis erbrachte, daß die Wirkung des isolierenden Mittels in einem Kondensator wirklich in einer Elektrisierung der kleinsten Teile desselben, also in der sogenannten dielektrischen Polarisation, nicht aber vielleicht ihren Grund darin hat, daß die Elektrizität durch verschiedene Körper verschieden hindurch wirkt. Indes zielte diese Untersuchung noch auf weit mehr ab, als nur auf eine Ermittlung der Dielektrizitätskonstante für einige Stoffe. Boltzmann hatte vielmehr die Absicht, eine wichtige Konsequenz zu prüfen, welche aus der von dem schottischen Physiker James Clerk Maxwell im Jahre 1865 aufgestellten Theorie folgt. Es ist dies die berühmte elektromagnetische Lichttheorie, die das Ziel verfolgt, die elektrischen Bewegungen den Grundgleichungen der Mechanik zu unterwerfen; Licht und Elektrizität werden als verschiedene Bewegungsformen eines und desselben Mediums dargestellt, die sich beide aus den Bewegungsgleichungen für dieses Medium ableiten lassen. Durch die wundervollen Versuche von Hertz über die Ausbreitung der elektrischen Kraft aus der zweiten Hälfte der 80er Jahre des verflossenen Jahrhunderts ist bekanntlich diese Maxwell'sche Theorie aufs glänzendste bestätigt worden. Zu der Zeit aber, als Boltzmann seine dielektrischen Versuche anstellte, war Maxwell's Theorie in Deutschland verhältnismäßig noch wenig bekannt.

Aus den Maxwell'schen Bewegungsgleichungen folgt nun eine sehr einfache Beziehung zwischen dem optischen Brechungsquotienten einer Substanz, der ja von der Lichtgeschwindigkeit in derselben abhängt, und deren Dielektrizitäts-Konstante, nämlich, daß der Brechungsquotient gleich der Quadratwurzel aus der Dielektrizitäts-Konstante sein müsse, falls die Substanz eine von der Luft nicht merklich verschiedene Magnetisierungsfähigkeit, Permeabilität genannt, besitzt, was bei allen Isolatoren zutrifft. Es fand sich nun diese bemerkenswerte theoretische Beziehung in der Tat bei Schwefel, Kolophonum und Paraffin schon bei den ersten genaueren Versuchen sehr nahe bestätigt. Einen Teil dieser Messungen machte Boltzmann in Berlin im

Laboratorium von Helmholtz im Sommer 1872; er setzte dieselben dann in Graz im Institute Professor Toeplers fort, welches sich damals noch in der alten Universität, im Priesterhause, befand.

Das Zimmer, in welchem Boltzmann seine schönen Experimente anstellte, war nichts weniger als komfortabel eingerichtet, ein im obersten Stockwerke des Hauses gelegener, mäßig großer, nicht heizbarer Raum. Aus den isolierenden Substanzen, deren dielektrisches Verhalten zu prüfen war, wurden Kugeln hergestellt, dieselben an einer sogenannten Drehwage aufgehängt und die auf dieselben ausgeübte elektrische Wirkung verglichen mit jener, welche auf eine gleich große, oberflächlich leitende, aber ebenfalls isolierte Kugel stattfand. Hierbei mußte immer an zwei Fernrohren gleichzeitig abgelesen werden; es waren daher zwei Beobachter erforderlich und Professor Boltzmann erlaubte mir — ich war damals Assistent bei Professor Toepler — daß ich ihm bei seinen Herrichtungen und Messungen öfters behilflich sein durfte. Ich erinnere mich lebhaft, wie sehr ich Boltzmanns Geschicklichkeit im Aufbau seiner Drehwagevorrichtungen, die er sich eigenhändig fabrizierte, sowie in der Herstellung der Schwefel-, Paraffin- und Kolophoniumkugeln bewunderte, welche er in einer alten Kugelform goß, sorgfältig putzte und unter einem Glassfuzz aufbewahrte. An die Kugeln mußten ganz dünne Schellackhäckchen, kaum  $\frac{1}{4}$  mm dick, befestigt werden, zu deren Herstellung Boltzmann nichts anderes benötigte, als neben einem Blättchen Schellack ein Spirituslämpchen und die Fingernägel. Diese Herstellung war besonders kunstvoll bei den Kugeln, welche aus kristallisiertem Schwefel vom Optiker Steeg in Homburg geschliffen worden waren. Für diese bestimmte Boltzmann den Wert der Dielektrizitäts-Konstante nach verschiedenen Richtungen im Kristalle und verglich sie mit den entsprechenden, von Professor Schrauf schon 1860 gefundenen Brechungsquotienten. Dazu mußten Doppelhaken aus den dünnen Schellackfäden gemacht werden, deren Haken in zwei aufeinander senkrechten Richtungen lagen und dieselben, in minutöser Weise orientiert, an bestimmten Stellen der Kugeln aufgekittet werden. Als Ergebnis stellte sich wirklich eine Verschiedenheit der Dielektrizitätszahlen, je

nach der Richtung im Kristalle heraus, und zwar vollkommen in der von der elektromagnetischen Lichttheorie verlangten Weise. Bei diesen, mit peinlicher Genauigkeit ausgeführten Arbeiten war Boltzmann stets in fröhlichster Stimmung. Da die Beobachtungsstühle nicht hoch genug waren, mußten wir mitunter unsere Sitzplätze durch untergelegte Bücher erhöhen; es war augenblicklich nichts anderes zur Hand als einige ältere große Bände von Denkschriften einer Akademie. Auf meine Bemerkung, daß dies eigentlich doch eine etwas ungewöhnliche Verwendung dieser wissenschaftlichen Schriften sei, meinte Boltzmann humorvoll: „Das macht nichts, es sitzt sich ganz gut auf dieser ergraute Weisheit.“

Bei weiterer Fortführung seiner Untersuchungen gelang es ihm (1874) im Wiener physikalischen Institute auch für eine Reihe von Gasen (7 an der Zahl) — nach einer ganz anderen Methode, als derjenigen, die bei festen Substanzen anwendbar war — die Übereinstimmung der Dielektrizitätszahlen mit den Quadraten der Brechungsquotienten nachzuweisen. Nur einem Experimentator von ganz hervorragender Geschicklichkeit und eiserner Beharrlichkeit war es möglich, diese subtilen Untersuchungen mit solchem Erfolge zu Ende zu führen. Boltzmann war bekanntlich in hohem Grade kürzsichtig und dadurch fiel ihm gewiß das Experimentieren schwieriger, als einem anderen. Der Berücksichtigung aller Korrekturen, die an den Beobachtungsresultaten, durch minimale Abweichungen verursacht, anzubringen waren, widmete Boltzmann eine eigene Abhandlung, welche wieder den großen Theoretiker zeigt, der geradezu spielend über alle Schwierigkeiten hinwegkommt. So können wir ihn mit Recht als denjenigen ansehen, der den ersten experimentellen Beleg für die Maxwell'sche elektromagnetische Lichttheorie erbracht hat.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß Boltzmann zur Zeit seines ersten Grazer Aufenthaltes in den „Mitteilungen“ unseres Vereines für das Jahr 1873 einen Aufsatz: „Über Maxwells Elektrizitätstheorie“ veröffentlichte, den er dann auch in seinen „Populären Schriften“, wieder abdrucken ließ. Der Aufsatz ist zwar kaum 11 Seiten lang, aber unser Naturwissenschaftlicher Verein wird stets mit Stolz und Genug-

tuung darauf hinweisen dürfen, daß in seinen Publikationen auch der Name Boltzmann zu finden ist.

Wiederholt begegnen wir ihm noch als erfindungsreichen Experimentator; so erfand er mehrere Modelle von Wellenmaschinen, die er ausführen ließ und die sich noch im hiesigen Universitätsinstitute befinden, sowie ein Modell für die eben genannte Maxwell'sche Elektrizitätstheorie; ferner beschreibt er in einer seiner Abhandlungen über die Theorie der elastischen Nachwirkung (1877) eine Methode der Spiegelablesung mit winzigen Spiegelchen, die also wegen ihrer äußerst geringen Masse den schwingenden Körper so gut wie gar nicht belasten; er benützte dazu die Interferenzerscheinung, die das Spiegelsplitterchen von einem Lichtspalt in der Luft entwirft und die dann mit einer Lupe beobachtet wird.

Im Jahre 1890, kurz vor seinem zweiten Abgänge von Graz, hielt er zu Gunsten eines wohltätigen Zweckes in diesem Hörsaal einige öffentliche Vorträge über die damals noch neuen Hertz'schen Versuche. Um die elektrischen Wellen nachzuweisen, welche Hertz nur durch die mikroskopischen Fünkchen seines Resonators zu erkennen vermochte, hat Boltzmann sofort ein einfaches Verfahren gefunden; er ließ durch die Fünkchen die Entladung eines Blattektroskopes vor sich gehen und konnte so einem großen Auditorium die interessanten Erscheinungen deutlich vorführen. Er hatte eben einen ungemeinen Scharfblick dafür, wie auf experimentellem Wege den Sachen beizukommen sei. Es beweist dies unter anderem auch die im Jahre 1870 gemeinschaftlich mit Professor Toepler ausgeführte „optische Analyse der Schwingungen tönender Luftsäulen“, bei welcher die Dichtigkeitsänderungen der Luft am Boden einer gedeckten Pfeife messend verfolgt wurden; der der Versuchsmethode zugrunde liegende Gedanke röhrt von Boltzmann her. Die Versuche ergaben neben anderen das Resultat, daß die Dichtigkeitsschwankungen in der untersuchten Orgelpfeife etwa  $\frac{1}{25}$  Atmosphäre betragen können. Die reiche Erfahrung und eminente Gewandtheit des genialen Experimentators August Toepler kamen der Ausführung von Boltzmanns sinnreichem Vorschlag in der schönsten und erfolgreichsten Weise zugute.

Auch in Fällen, wo Boltzmann sich selbst an Experimenten

gar nicht beteiligte, wußte er oft treffliche Ratschläge zu erteilen, wie man eine Anordnung zu treffen hätte, um leicht und sicher zum Ziele zu kommen.

Professor Nernst, der in der Mitte der 80er Jahre hier im physikalischen Institute arbeitete, hat mir gegenüber damals wiederholt seiner Verwunderung über diese, uns ganz unbegreifliche Gabe unseres Meisters Ausdruck gegeben.

Und doch war das eigentliche Arbeitsgebiet, auf welchem Boltzmann das Glänzendste geleistet und sich unsterblichen Ruhm erworben hat, die theoretische Physik, und wenn er auch in fast allen Teilen derselben Großes geschaffen, so ist doch die mechanische Wärmetheorie, insbesondere die Gastheorie das Feld, auf welchem er von seinen Jugendjahren bis zuletzt mit Vorliebe und in souveräner Höhe sich bewegt hat.

Schon im Jahre 1868, kaum 22 Jahre alt, gab Boltzmann in einer Akademie-Abhandlung, betitelt: „Über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie“, einen analytischen Beweis dieses Satzes, wobei er denselben auf ein Theorem der reinen Mechanik zurückführt, nämlich auf das sogenannte Prinzip der kleinsten Wirkung in allgemeinerer Form; dieses Prinzip entspricht dem zweiten Hauptsatze in derselben Weise, wie das Prinzip der lebendigen Kraft dem ersten Hauptsatze.

Etwa vier Jahre darauf erschien von dem Bonner Physiker Rudolf Clausius in Poggendorffs Annalen ein denselben Gegenstand betreffender Aufsatz, der auch wesentlich dasselbe Ergebnis enthielt; dies veranlaßte Boltzmann zu einer Reklamation, worin er seine Priorität glänzend darlegte und an deren Schluß er bei aller Bescheidenheit mit vollem Rechte die Worte beifügte: „ich kann nur meine Freude darüber aussprechen, wenn eine Autorität vom Rufe des Herrn Clausius zur Kenntnis meiner Arbeiten über mechanische Wärmetheorie beiträgt.“

Mögen Sie mir, geehrte Anwesende, bei diesem Gegenstande ein kurzes Verweilen gestatten. Es ist wohl bekannt, daß Arbeit und Wärme einander äquivalent sind; durch Aufwendung einer gewissen mechanischen Arbeit kann man eine dieser Arbeitsgröße genau entsprechende Wärmemenge erhalten; beide sind Formen der Energie, und es kann die erste voll-

ständig in die zweite verwandelt werden; dabei ist es aber nicht möglich, das Gesamtquantum an Energie nur um das Geringste zu vermehren oder zu vermindern. Man nennt dies den Satz der Erhaltung der Energie; ihm entspricht der erste Hauptsatz der Wärmetheorie oder der Äquivalenzsatz, aus welchem die Unmöglichkeit eines mechanischen perpetuum mobile folgt. Ob aber nicht doch unter Zuhilfenahme von Wärme, indem diese in Arbeit umgesetzt wird, ein thermisches perpetuum mobile möglich sei: dagegen legt der erste Hauptsatz kein Veto ein, wohl aber der zweite, welcher die näheren Bedingungen angibt, unter denen Wärme in Arbeit verwandelt werden kann, wie dies bekanntlich bei den kalorischen Maschinen der Fall ist. Zuerst hat Sadi Carnot, schon im Jahre 1824, diese Bedingungen unter der Annahme, daß die Wärme ein Stoff sei, aufgestellt. Clausius hat dann, die Wärme als einen Bewegungszustand betrachtend, den Satz dahin formuliert, daß die Wärme stets von selbst von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergeht und daß immer nur die Verwandlung eines gewissen Teiles dieser übergehenden Wärme in mechanische Arbeit möglich ist, welcher Teil von den Temperaturen der beiden ungleich warmen Körper abhängt; der andere Teil ist für die Gewinnung von Arbeit verloren, es sei denn, daß wir noch andere Körper von tieferer Temperatur zur Verfügung hätten, auf welche wir die Wärme weiter übergehen lassen könnten. Während nun solche Vorgänge, wie jener des Wärmeüberganges vom heißen zum kälteren Körper, oder die Verwandlung von mechanischer Energie in Wärme in der Natur von selbst stattfinden, daher natürliche Vorgänge im engeren Sinne genannt werden können, sind die umgekehrten Prozesse, also z. B. die Verwandlung von Wärme in Arbeit zwar auch ausführbar, wie wir ja dies von den kalorischen Maschinen wohl wissen, aber sie laufen nicht von selbst im eben genannten Sinne als natürliche ab, sondern sie können nur gewissermaßen als erzwungene ausgeführt werden, indem gleichzeitig, sozusagen als Entgelt oder als Kompensation, ein natürlicher Vorgang auch stattfindet, und zwar ist diese Kompensation eine genau bestimmte. So muß also bei der Verwandlung von Wärme in Arbeit gleichzeitig eine gewisse Wärme-

menge vom heißen zum kälteren Körper als Kompensation übergehen. Jede Art von Energie, die mechanische sowohl wie die elektrische, magnetische oder chemische Energie hat die Tendenz, in Wärme überzugehen, und die Wärme selbst zeigt das Bestreben, sich in ihren Unterschieden, welche durch die Temperatur bestimmt sind, auszugleichen. Die Richtung nun, in welcher die Naturvorgänge tatsächlich verlaufen, wird eben durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik festgelegt und in diesem Sinne hat derselbe eine weltbeherrschende Bedeutung. Man bezeichnete die Wärmeform der Energie wohl auch als dissipierte, degradierte oder entartete Energie, und der zweite Hauptsatz besagt daher, daß diese Degradation der Energie sich in stetem Fortschreiten befindet, daß die Menge der entarteten Energie zunimmt, bis endlich alle Spannkräfte, welche noch Arbeit leisten können, und alle sichtbaren Bewegungen im ganzen Weltall aufhören müßten. Wenn also schließlich keine andere Energieform in der Welt existiert, als die Wärme, aber auch diese wegen des Ausgleiches aller Niveau- oder Temperaturunterschiede keine Arbeitsfähigkeit mehr besitzt, so geht die Welt, wie dies schon oft gesagt wurde, dem Wärmemethode entgegen. Noch in anderer Fassung wurde der zweite Hauptsatz von Clausius ausgesprochen, indem er den Begriff der Entropie einführte, einer mathematisch durch Wärmemengen und Temperaturen eines Körpers bestimmten, für sein thermodynamisches Verhalten wichtigen Größe.

Clausius zeigte nun, daß alle Veränderungen, bei welchen die Entropie größer wird, solche sind, welche von selbst vor sich gehen; wollte man die Entropie eines Körpers oder eines Systems kleiner machen, so kann das nur dann geschehen, wenn dafür ein anderes System gleich viel oder noch mehr Entropie gewinnt. Daraus folgt dann der Ausdruck des zweiten Hauptsatzes in der von Clausius gegebenen Fassung, daß die Entropie der uns umgebenden Welt beständig wächst, also einem Maximum zustrebt, während der Gesamtwert der Energie dabei stets unverändert bleibt. Nach Boltzmanns Untersuchungen kann die als Entropie bezeichnete Größe identifiziert werden mit der Wahrscheinlichkeit, daß der betreffende Zustand des Körpersystems eingetreten ist. Geschehen daher durch die

Wechselwirkungen der Körper eines Systems Veränderungen ihrer Zustände, so müssen diese nach dem zweiten Hauptsatze stets so erfolgen, daß dabei die Entropie aller Körper zunimmt, oder nach Boltzmanns Interpretation heißt dies, daß die Wahrscheinlichkeit des Gesamtzustandes aller dieser Körper immer größer wird; das System geht also stets vom unwahrscheinlicheren zu einem wahrscheinlicheren Zustande über.

Nach der Vorstellung, auf welcher fußend das Verhalten der gasförmigen Körper in einer sehr befriedigenden Weise dargestellt werden kann, bestehen die Gase aus kleinsten Teilchen, den Molekülen, welche, in rascher Bewegung begriffen, in geradlinigen Bahnen nach allen möglichen Richtungen des Raumes und auch mit den verschiedensten Geschwindigkeiten umherfliegen. Natürlich müssen diese Moleküle beständig mit einander zusammenprallen, auch auf die Wände des Gefäßes, in dem sich das Gas befindet, anstoßen und zurückfliegen, wodurch eben der Druck des Gases entsteht. Maxwell hat ein Gesetz gefunden, nach welchem an jeder Stelle des Gasraumes die Geschwindigkeiten unter den Molekülen sowohl nach Größe, wie nach Richtung verteilt sind, falls sich das Gas im Zustande des sogenannten Wärmegleichgewichtes befindet, d. h. nämlich, wenn die Geschwindigkeit der Moleküle an allen Stellen durchschnittlich die gleiche ist. Boltzmann zeigte dann, daß stets im Laufe der Zeit in einem sich selbst überlassenen Gase ein Zustand eintreten muß, wie er durch das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung verlangt wird, mag die Bewegung der Gasmoleküle auch anfangs welche immer gewesen sein; es kommt also das Gas mit der Zeit dem Zustande des Wärmegleichgewichts immer näher und dieser Zustand erhält sich in der Folge stationär: es sind dann für die Geschwindigkeiten alle Richtungen des Raumes gleich wahrscheinlich. Boltzmann beweist dies dadurch, daß er von einer mit der Entropie innig zusammenhängenden Größe darlegt, sie könne nur abnehmen, und wenn dieselbe ihr Minimum erreicht hat, dann herrscht das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilungen. Die stete Abnahme dieser Größe hat aber eben die Bedeutung, daß die Zustände des Gases sich immer wahrscheinlicheren nähern: oder die Entropie stellt sich

als Größe der Wahrscheinlichkeit der herrschenden Zustandsverteilung dar, und wegen des Wachsens der Entropie besteht demnach die Tendenz nach immer wahrscheinlicheren Zustandsverteilungen. In einem Aufsatze in der englischen Zeitschrift *Nature* (1894) „on certain questions of the theory of gases“ sagt Boltzmann: „Das Minimumtheorem, d. h. der Satz, daß die oben erwähnte Größe ein Minimum wird, und der zweite Hauptsatz sind nur Theoreme der Wahrscheinlichkeit; der zweite Hauptsatz kann nie mathematisch bewiesen werden mittels der Gleichungen der Dynamik allein.“

Es wäre aber ein Irrtum, zu glauben, daß der Wärmetheorie deshalb eine Unsicherheit anhaftet, weil hier die Lehrsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung zur Anwendung kommen; denn zwischen einem unvollständig bewiesenen und demzufolge problematischen Satze und einem vollständig erwiesenen Theorem der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist ein gewaltiger Unterschied: letzteres, als notwendige Konsequenz gewisser richtiger Prämissen, wird sich in der Erfahrung stets bestätigen, wenn nur genügend viele Fälle der Beobachtung unterzogen werden, was bei der enormen Anzahl der Körpermoleküle in der Wärmetheorie immer der Fall ist. Doch es würde zu weit führen, wollte ich bei den Boltzmann'schen Untersuchungen, die einen so wundervollen Blick auf den Verlauf der Naturerscheinungen eröffnen, länger verweilen.

Aber von einer anderen höchstbedeutsamen Leistung möchte ich erzählen, nämlich von der theoretischen Begründung des von Stefan aufgestellten Strahlungsgesetzes. Stefan fand im Jahre 1879, auf Beobachtungen sich stützend, das Gesetz, daß die gesamte von einem Körper ausgehende Strahlungsenergie proportional sei der vierten Potenz der absoluten Temperatur, das ist jener Temperatur, welche nicht, wie die gewöhnliche, vom Schmelzpunkt des Eises, sondern von einem um  $273^0$  Celsius tiefer liegenden Nullpunkt gezählt wird. Während Stefan meinte, daß dieses Gesetz die Strahlungseigenschaft der verschiedensten Körper darstelle, bewies Boltzmann (1884) auf theoretischem Wege, daß es nur für einen sogenannten schwarzen Körper, wie ihn Kirchhoff in die Betrachtung einführte, Geltung habe. Ein schwarzer Körper ist nach Kirchhoff ein solcher, der alle

auf ihn fallenden Strahlen vollkommen absorbiert, daher weder Strahlen reflektiert, noch auch durchläßt. Boltzmann erhielt das Resultat, indem er einen Satz der elektromagnetischen Lichttheorie über den von einem Strahl auf eine senkrecht getroffene Fläche ausgeübten Druck und den erwähnten zweiten Hauptsatz der Wärmetheorie anwendete. Nach der Lichttheorie ist nämlich der Druck pro Flächeneinheit gleich der in der Volumeneinheit des Äthers in Gestalt von Strahlung enthaltenen Energie. Das Gesetz für die Gesamtstrahlung, welches seither das Stefan-Boltzmann'sche Gesetz genannt wird, hat in den letzten Jahren des abgelaufenen Jahrhunderts eine ausgezeichnete Bestätigung gefunden durch die Messungen von Lummer und Pringsheim in Berlin, die den Kirchhoff'schen schwarzen Körper verwirklicht haben und bis zu sehr hohen Temperaturen die Richtigkeit des Satzes nachwiesen. Dieses Gesetz bildet neben anderen, welche sich auf den Zusammenhang der Temperatur mit der Wellenlänge der größten Strahlungsenergie und dem Betrage dieser letzteren beziehen, die Grundlage für eine strahlungstheoretische Temperaturskala, die für Wissenschaft und Technik schon von weittragender Bedeutung geworden ist.

Weitere Untersuchungen Boltzmanns behandeln die Wärmeleitung und die Diffusion von Gasen, das Avogadro'sche Gesetz, die Natur der Gasmoleküle und ähnliche Gegenstände; die schwierigsten aber, welche den größten Aufwand mathematischen Scharfsinns und höchster Rechenkunst erforderten, betreffen die Theorie der Gasreibung; letztere stammen aus der Zeit seines zweiten Grazer Aufenthaltes. Die Arbeiten über Kapillarität, elastische Nachwirkung, Theorie der thermoelektrischen Erscheinungen, über die auf Diamagnete wirkenden Kräfte, Theorie des Hall'schen Phänomens, über den Stoß von Zylindern, endlich einige in die theoretische Chemie einschlägige Abhandlungen kann ich nur nebenbei erwähnen.

Die von Helmholtz entdeckte Analogie zwischen den Systemen, welche derselbe als monocyklisch bezeichnete, und den Sätzen der mechanischen Wärmetheorie verfolgte Boltzmann weiter; außerdem begegnen wir Aufsätzen rein mathematischen Inhaltes, wie z. B. jenem „Zur Integration der partiellen Differential-

gleichungen erster Ordnung“ (1875), oder jenem „Über die Form der Lagrange'schen Gleichungen für nicht holonome generalisierte Koordinaten“ (1902).

Wir sind überwältigt durch die unfaßbar große Vielseitigkeit Boltzmanns, der überall mit voller Beherrschung der gesamten Literatur die scheinbar unzugänglichen und undurchdringlichen Probleme mit spielender Leichtigkeit meistert. Seinem geistigen Auge und durchdringenden Genius entschleiern sich die verstecktesten Dinge, vor seiner fast einzig dastehenden Vorstellungskraft liegen die kompliziertesten Verhältnisse offen da; er durchleuchtet sie mit dem klaren Lichte der mathematischen Analyse und alle Schatten weichen.

Boltzmann war eine durchaus künstlerisch angelegte Natur. In seinen Gedächtnisreden auf Stefan, Loschmidt und Kirchhoff zeigte er sich auch als ein Meister der Sprache. Besonders in der zuletzt erwähnten Rede über Kirchhoff, die er beim Antritte des Rektorats an der hiesigen Universität vor 19 Jahren gehalten, finden sich Stellen, wie sie nur edle, künstlerische Begeisterung einzugeben vermag. So preist er die ungewöhnliche Schönheit der Arbeiten Kirchhoffs. „Schönheit höre ich Sie fragen, entfliehen nicht die Grazien, wo Integrale ihre Hülse recken! Kann etwas schön sein, wo dem Autor auch zur kleinsten äußeren Ausschmückung die Zeit fehlt? Doch — gerade durch diese Einfachheit, durch diese Unentbehrlichkeit jedes Wortes, jedes Buchstabens, jedes Strichelchens kommt der Mathematiker unter allen Künstlern dem Weltenschöpfer am nächsten. . . . Und wie ausdrucks voll, wie fein charakterisierend ist dabei die Mathematik. Wie der Musiker bei den ersten Taktten Mozart, Beethoven, Schubert erkennt, so würde der Mathematiker nach wenigen Seiten seinen Cauchy, Gauß, Jacobi, Helmholtz unterscheiden. Höchste äußere Eleganz, mitunter etwas schwaches Knochengerüste der Schlüsse charakterisiert die Franzosen, die größte dramatische Wucht die Engländer, vor allen Maxwell. Wer kennt nicht seine dynamische Gasttheorie? — Zuerst entwickeln sich majestätisch die Variationen der Geschwindigkeiten, dann setzen von der einen Seite die Zustandsgleichungen, von der anderen die Gleichungen der Zentralbewegung ein; immer höher wogt das

Chaos der Formeln. Plötzlich ertönen die vier Worte: „Setze  $n=5$ “. Der böse Dämon V verschwindet, wie in der Musik eine wilde, bisher alles unterwühlende Figur der Bässe plötzlich verstummt; wie mit einem Zauberschlage ordnet sich, was früher unbezwingbar schien. Da ist keine Zeit, zu sagen, warum diese oder jene Substitution gemacht wird: wer das nicht fühlt, lege das Buch weg. Maxwell ist kein Programm-musiker, der über die Noten deren Erklärung setzen muß. Gefügig speien nun die Formeln Resultat auf Resultat aus, bis überraschend als Schlußeffekt noch das Wärmegleichgewicht eines schweren Gases gewonnen wird und der Vorhang sinkt.“ Nicht oft dürfte eine mathematische Abhandlung mit solch inniger Wärme und Lebhaftigkeit geschildert worden sein.

Wie schon früher angeführt, hat Boltzmann neben den vielen Arbeiten ersten Ranges, die er in Abhandlungen niedergeliegt, von denen ich nur einen Teil nennen konnte, auch mehrere Bücher herausgegeben, zusammenfassende Darstellungen, teilweise aus seinen Universitätsvorlesungen hervorgegangen; sie behandeln die Maxwell'sche Theorie der Elektrizität und des Lichtes, die Gasttheorie und die Prinzipien der Mechanik. Die erstgenannten Vorlesungen sind während seines Münchener Aufenthaltes 1891 und 1893 erschienen. In der Vorrede zum ersten Bande derselben nennt er sich bescheiden einen Kärrner, dem die Aufgabe ward, den Weg zum Gebäude zu ebnen, die Fassade zu putzen, vielleicht auch dem Fundamente noch den einen oder anderen Stein einzufügen, und er ist schon darauf stolz: „Denn gäbe es keine Kärrner, wie möchten wohl die Könige bauen?“ Solche Worte gebraucht ein Boltzmann, selbst ein Fürst im Reiche der Gedanken! Er meint ferner, daß es ihm trotz seiner Bemühungen nicht gelungen sei, überall ganz den Sinn Maxwells zu treffen und alle Dunkelheiten aufzuhellen; darum setzt er der Vorrede, Goethe etwas variierend, das Motto vor:

„So soll ich denn mit saurem Schweiß  
Euch lehren, was ich selbst nicht weiß!“

Den zweiten Band dieser Vorlesungen beginnt er mit der scherhaften Bemerkung, daß ihm von den zahlreichen

wohlwollenden Kritiken über den ersten Teil die wertvollste, weil kürzeste, jene eines Freundes gewesen sei, welcher einfach sagte: „Teuer finde ich das Buch.“ Deshalb habe er im zweiten Teile all den Schmuck, mit dem die Engländer solche Bücher zu zieren lieben, weggelassen; dazu sind wir Deutsche zu arm. Nur das Motto habe er beibehalten, das kostet ja nichts — und dieses sei wieder dem Altmeister Goethe entnommen: „warum wußte der auch alles so unübertrefflich zu sagen, und zwar nicht nur, was ihm bekannt war, sondern auch das, wovon er selbst keine Ahnung hatte“. Es sind nämlich die Worte Fausts, als er das Zeichen des Makrokosmus erblickt, wieder ein wenig variiert:

„War es ein Gott, der diese Zeilen schrieb,  
Die mit geheimnisvoll verborg'nem Trieb  
Die Kräfte der Natur um mich enthüllen  
Und mir das Herz mit stiller Freude füllen“.

Dieses Motto, sagt Boltzmann, spricht meine Ansicht aus über Maxwell's Theorie der Elektrizität und des Magnetismus.

Das Werk über Gasttheorie enthält nicht nur eine übersichtliche Darstellung der bahnbrechenden Arbeiten von Clausius und Maxwell, sondern auch viele seiner eigenen wichtigen Untersuchungen; neben der Theorie von van der Waals werden auch die schwierigsten Teile der Gasttheorie, die — wie er meint — dem Mißverständnisse am meisten ausgesetzten Teile, behandelt. In den Prinzipien der Mechanik sucht er eine widerspruchsfreie Darstellung der klassischen Mechanik zu geben.

Man möchte glauben, daß bei solcher, fast beispiellos fruchtbarer, literarischer Tätigkeit Boltzmanns ihm zu gar nichts anderem Zeit geblieben wäre; aber da würde man sehr irren, er war auch ein weit gereister Mann. Schon daß er siebenmal den Ort seiner Lehrtätigkeit gewechselt, deutet auf eine außergewöhnliche Beweglichkeit. Er hat aber auch Konstantinopel, Athen, Smyrna und Algier gesehen, England besucht, und war nicht weniger als dreimal in Amerika. Im Jahre 1899 hielt er an der Clark University in Worcester Vorlesungen „Über die Grundprinzipien und Grundgleichungen der Mechanik“; auf dem

wissenschaftlichen Kongreß in St. Louis 1904 besprach er in einem höchst anziehenden Vortrag die sogenannte statistische Mechanik, jene von dem Amerikaner Willard Gibbs so benannte Wissenschaft, welche sich nicht damit befaßt, die Bewegungsvorgänge eines einzelnen mechanischen Systems, sondern die Eigenschaften eines Komplexes von sehr vielen derartigen Systemen zu finden, die von den mannigfaltigsten Anfangsbedingungen ausgehen. Trotz lebhafter Bewegung einzelner mechanischer Individuen können sich die äußerlich bemerkbaren Eigenschaften des Komplexes derselben gar nicht ändern, was man statistische Statik nennen kann, während die statistische Dynamik die Fälle rechnerisch behandelt, wo allmähliche Änderungen der äußerlich sichtbaren Eigenschaften auftreten. Nicht nur auf die mechanischen Körperchen, auch auf die Statistik der belebten Wesen, der menschlichen Gesellschaft, der Soziologie u. s. w. kann diese Wissenschaft angewendet werden. Auch philosophischen Fragen geht Boltzmann in seinem Vortrage nicht aus dem Wege, sondern bespricht dieselben mit voller Klarheit und Deutlichkeit.

Im Sommer des vorigen Jahres (1905), als er das drittemal nach Amerika fuhr, hielt er durch 6 Wochen hindurch an der University of California in Berkeley einen Kursus von 30 Vorlesungen, und zwar in englischer Sprache. Über seine Reise hat er im letzten Aufsatze seiner „populären Schriften“ eine interessante Beschreibung gegeben, stellenweise mit packendem Humor, oft auch nicht ohne — ich möchte sagen — handgreifliche Satyre. Die Universität Berkeley entzückt ihn durch ihre prächtige Lage und Ausstattung. „Es liegt ein gewisser philosophischer Hauch darüber. Der Name Berkeley ist ja der eines hochangesehenen englischen Philosophen, dem man sogar nachröhmt, der Erfinder der größten Narrheit zu sein, die je ein Menschenhirn ausgebrütet hat, des philosophischen Idealismus, der die Existenz der materiellen Welt leugnet, also Idealismus in einem anderen Sinne, als ich das Wort gebrauchte. Die Philosophie hat dort ihr eigenes Lehrgebäude; nicht ein Lehrgebäude aus Phrasen und Hirngespinsten, Pardon, ich wollte sagen, aus logischen Schlüssen und Vernunftbegriffen, sondern ein veritables Gebäude aus Stein und Holz, wo mit Stimm-

gabeln, Farbenscheiben, Kymographien und Registriertrommeln die Psyche erforscht wird.“ Dies eine kleine Probe aus dem Reiseberichte.

Als nach dem Rücktritte von Professor Ernst Mach, dem großen Physiker und Erkenntnis-Theoretiker, der einst auch kurze Zeit der hiesigen Universität angehört hat. Boltzmann im Jahre 1903 auch die Vorlesungen über Naturphilosophie übernahm, trat naturgemäß eine Änderung seiner wissenschaftlichen Tätigkeit ein. In seiner Antrittsvorlesung bezeichnetet er es als ein Kuriosum im akademischen Leben, daß ihm solche Vorlesungen zugefallen seien, da er bis dahin nur eine einzige Abhandlung philosophischen Inhaltes geschrieben habe: doch scheint es, daß er sich zu dieser neuen Aufgabe in gewisser Weise hingezogen fühlte. Er sagt bei einer späteren Gelegenheit denen innigen Dank, welche ihn zum Lehrauftrage für Philosophie empfohlen haben, indem ihm dadurch Gelegenheit wurde, in die Literatur derselben tiefer einzudringen, und wenn er auch nicht beurteilen könne, wie viele bisher aus seinen Vorlesungen wahren Nutzen geschöpft haben, so habe er doch den Trost, daß einer dabei viel gelernt habe und das sei er selbst.

Freilich werden sich diejenigen, welche ihn empfohlen haben, arg täuschen, wenn sie erwartet haben, daß er in das alte Geleise eintreten und darin mitlaufen werde. Diese naturphilosophischen Vorlesungen übten eine derartige Anziehungs-  
kraft, daß sie im großen Hörsaal der Anatomie gehalten werden mußten, damit die ganze Hörerzahl nur Platz finden konnte. — Mit wuchtigen Keulenschlägen fällt Boltzmann in einem Vortrage vor der philosophischen Gesellschaft (Jänner 1905) über Schopenhauer, namentlich über die Ethik des Frankfurter Philosophen her; dieser leitete ja aus seiner Willenslehre die Konsequenz ab, daß das Leben ein Unglück sei, die einzige richtige Ethik bestehe darin, daß der Wille sich selbst leugnet und daß man den Übergang zum Nichts vorbereitet: das sei dann das Glück.

Fragt man, sagt Boltzmann, nach den praktischen Konsequenzen dieser Anschauung, so zeigt sich gerade die Lehre, daß die Ethik dazu führen soll, nach dem Nichts zu streben,

nach der Entzagung, als verfehlt. Man darf es nicht als Aufgabe der Ethik betrachten, „aus metaphysischen Argumenten zu deduzieren, ob das Leben als Ganzes ein Glück oder Unglück ist. Dies ist für jeden einzelnen eine Frage seines subjektiven Gefühls, seiner körperlichen Gesundheit, seiner äußerer Verhältnisse, und kein Unglücklicher hat etwas davon, wenn wir ihm auch noch metaphysisch beweisen, daß das Leben ein Unglück ist. Wohl aber kann wenigstens einigen Unglücklichen geholfen werden, wenn wir nach Heil- und Linderungsmitteln der physischen und moralischen Gebrechen suchen. Die Ethik hat daher zu fragen, wann der Einzelne seinen Willen behaupten darf, wann er ihm dem der anderen unterordnen muß, damit die Existenz der Familie, des Volksstammes, der ganzen Menschheit möglichst gefördert werde; doch schießt die Frage, ob das Leben überhaupt zu fördern oder zu hemmen sei, über das Ziel hinaus. Wenn irgend eine Ethik bewirken würde, daß der ihr anhängende Volksstamm herabkommt, ist sie dadurch widerlegt. Nicht die Logik, nicht die Philosophie, nicht die Metaphysik entscheidet in letzter Instanz, ob etwas wahr oder falsch ist, sondern die Tat. Was uns zu richtigen Taten leitet, ist wahr. Deshalb halte ich die Errungenschaften der Technik nicht für nebensächliche Abfälle der Naturwissenschaften, ich halte sie für logische Beweise!“

Über das Verhältnis von Idealismus und Realismus verbreitet sich Boltzmann schon in seiner aus dem Jahre 1897 stammenden Akademie-Abhandlung: „Über die Frage nach der objektiven Existenz der Vorgänge in der unbelebten Natur“ und kommt zum Schluße derselben auch auf die Frage nach der Existenz Gottes zu sprechen. Hier sagt er: „Gewiß ist es richtig, daß nur ein Wahnsinniger die Existenz Gottes leugnet, aber ebenso richtig ist es, daß alle unsere Vorstellungen von Gott nur unzureichende Anthropomorphismen sind, daß also das von uns als Gott Vorgestellte in dieser Weise, wie wir es uns vorstellen, nicht existiert. Wenn daher der eine sagt, ich bin von der Existenz Gottes überzeugt, der andere, ich glaube nicht an Gott, so denken sich vielleicht beide dabei, ohne es zu ahnen, genau dasselbe.“ In dem Nachrufe auf Boltzmann, welchen Professor Lampa in Wien kürzlich schrieb, berichtet

dieser, daß Boltzmann in den letzten Jahren die Sitzungen der philosophischen Gesellschaft häufiger besuchte, als jene der physikalischen; sein letzter, in der philosophischen Gesellschaft gehaltene Vortrag führt den paradoxen Titel: „Erklärung der Entropie und der Liebe aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung.“

Boltzmann war ein eifriger Anhänger der atomistischen Naturanschauung, die er bei wiederholten Gelegenheiten gegen die sogenannten Energetiker, welche die Energie für das einzig Existierende ansehen, verteidigte; so besonders in seinen Aufsätzen aus dem Jahre 1896 „Ein Wort der Mathematik an die Energetik“ und „Über die Unentbehrlichkeit der Atomistik in der Naturwissenschaft“. Durch erstere Arbeit hat er, wie sich jüngst ein verehrter Fachkollege zu mir äußerte, in gewissem Sinne eine erlösende Tat vollbracht.

Auf der Naturforscher-Versammlung in München 1899, wo er „Die Entwicklung der Methoden der theoretischen Physik“ besprach, stellt er sich der Versammlung vor als einen Reaktionär, einen Zurückgebliebenen, der gegenüber den Neuern für das Alte, Klassische schwärmt; aber, fügt er hinzu, „ich glaube, ich bin nicht borniert, nicht blind gegen die Vorzüge des Neuen . . . , denn ich weiß wohl, daß ich, wie jeder, die Dinge durch meine Brille gefärbt sehe“

Ich habe Ihre Geduld, geehrte Anwesende, schon geraume Zeit in Anspruch genommen: und doch, wie wenig konnte ich Ihnen eigentlich sagen! Mir ist, als ob ich Sie durch eine Schatzkammer zu geleiten hätte, wo unermeßliche Schätze und Kleinodien angesammelt sind, aber diese liegen in Kästen, die durch kunstvolle, nur schwierig zu öffnende Schlösser und schwer zu hebende Riegel verwahrt sind; und zur Öffnung fehlen mir vielfach die Behelfe und die Zeit; ich kann Ihnen deshalb nur die Versicherung geben, daß herrliche Dinge und Reichtümer drinnen enthalten sind.

So lassen Sie mich nur noch hinzufügen, daß der große Theoretiker auch der Praxis und der Technik die volle Anerkennung und Wertschätzung nie versagt hat. In den Wiener Akademie-Schriften ist von ihm sogar eine technische Abhandlung (1869) enthalten „Über die Festigkeit zweier mit Druck übereinander gesteckter zylindrischer Röhren“; er gelangte

dabei zu dem Resultate, daß bei vorteilhafter Konstruktion ein Doppelrohr die dreifache Festigkeit besitzt, als die einfache Röhre bei großer Wandstärke, ein für die Praxis gewiß wichtiges Ergebnis.

Auf der Wiener Naturforscher-Versammlung im Jahre 1894 behandelte Boltzmann in einem Vortrage die Luftschiffahrt, und von 1895 bis 1898 stand er als Präsident dem Wiener elektrotechnischen Vereine vor.

Selbst in praktischen Fragen ist gelegentlich Boltzmanns Urteil angerufen worden; so viel mir bekannt, geschah es einmal, noch in den Achtzigerjahren in Graz in einer Telephon-Angelegenheit; das zweitemal im Jahre 1895, als er in Wien war, in dem leidigen Patentstreite über die Parallelschaltung von Transformatoren in Drehstromanlagen.

Seine eigentliche Domäne war stets die Theorie. In seiner Erwiderung auf die Rede, welche anlässlich der von der Universität veranstalteten Abschiedsfeier im Jahre 1890 mein lieber, auch schon lange dahingegangener Freund Professor Heinrich Streintz gehalten, bezeichnetet er als Aufgabe der Theorie die Konstruktion eines rein in uns bestehenden Abbildes der Außenwelt, das uns in allen unseren Gedanken und Experimenten als Leitstern zu dienen hat. Der Aufbau der Theorie, die sein Sinnen und Wirken erfüllte, bildete für Boltzmann den Inhalt seines Lebens; wie er selbst sagt, ist sie in seinen Augen das Höchste.

Und dazu die wunderbare Lehrergabe, welche Boltzmann eigen war! Von allen, die ihm jemals hörten, ist sie gepriesen worden. Mit unübertrefflicher Klarheit und Durchsichtigkeit behandelte er jedes Problem, vom einfachsten bis zum verwickeltesten, und stets in einer so geschickten, natürlichen Weise, daß auch Hörer mit minder guter mathematischer Vorbildung seinen Ausführungen ohne allzu große Anstrengung zu folgen vermochten.

So sehen wir in Boltzmann einen deutschen Forscher und Lehrer, der in seiner schlichten Größe turmhoch über seine Zeitgenossen hervorragt, nicht nur durch die ganz phänomenale mathematisch-physikalische Begabung, sondern auch durch die anderen, besonders künstlerischen Gaben, die

ihm die gütige Natur in so reichem Maße zugeteilt hatte; so sagte er einmal — freilich im Scherze: „Englisch habe ich eigentlich an einem Tage gelernt“! Er besaß eine bedeutende musikalische Anlage. Schon in den Jugendjahren in Linz lernte er Klavier spielen und es war damals — wie mir sein Sohn Dr. Arthur Boltzmann mitteilt — lange Zeit der berühmte Komponist Bruckner sein Lehrer. Später übte er es allerdings weniger; doch als sein Sohn Violin spielen lernte, nahm er die Musik wieder mit größerem Fleiße auf und nun wurde fast jeden Abend musiziert, auch öfters Quartett gespielt. Von 1902 an nahm Boltzmann durch 3 Jahre hindurch regelmäßige Lehrstunden und spielte sehr geübt und vieles auswendig.

An äußersten Ehren hat es ihm nicht gefehlt; er war Ehrendoktor der Universitäten Oxford, Christiania, New-Haven und Worcester, wirkliches Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, ferner auswärtiges oder Ehrenmitglied fast aller Akademien und gelehrteten Gesellschaften der Welt; auch besaß er das österr. Ehrenzeichen für Kunst und Wissenschaft, sowie den bayr. Maximilian-Orden.

Boltzmann ist freiwillig von uns geschieden, sowie genau zwei Monate vor ihm der junge, hochbedeutende Physiker der Berliner Universität, Paul Drude.

Ich weiß es nicht, aber ich glaube, daß die Zeit seines Grazer Aufenthaltes von 1876—1890 die glücklichste und schönste Zeit seines Lebens gewesen ist. Hier gründete er seinen Hausstand, hier wurden ihm vier liebliche Kinder beschenkt, hier ist der größte Teil seiner herrlichen Arbeiten entstanden. Freilich hat er auch manch Trauriges erlebt. Seine Mutter verlor er im Jahre 1884, sein hoffnungsvoller ältester Sohn Ludwig wurde ihm 1889 geraubt, er starb an einem Blinddarmdurchbruch im Alter von 12 Jahren, und auch die Schwester Hedwig starb ein Jahr später in der Nähe von Graz.

Als er den Ruf an die Universität nach Berlin erhielt, den er bekanntlich zuerst annahm, aber bald darauf ablehnte, hat Boltzmann vorübergehend einen Zustand tiefer seelischer Depression durchgemacht; diese Berufung bereitete ihm damals gar große Sorge. Und wie ich dies erzähle und die Gedanken

an jene Zeit mächtiger denn je mit ursprünglicher Lebendigkeit mir vor die Seele treten, da ist mir, als hörte ich die Stimme des großen Meisters und fühlte ich den Hauch seines Geistes durch diese Räume schweben. Andachtsvolle Stimmung und stille Wehmut bewegt mein Gemüt.

Tieftrauernden Herzens lege ich, unvergeßlicher Meister, diese Palme der Erinnerung als Zeichen unverlöschlicher Dankbarkeit und liebender Verehrung auf Dein kühles Grab. In treuem Gedenken an Dein hiesiges segensreiches Walten will ich schließen mit jenem Dichterworte, das Du selbst einmal gebraucht hast: „Es ging ein Frühling auf in jenen Tagen.“

#### 10. Versammlung am 10. November 1906.

Herr Prof. Dr. R. Sieger sprach:

#### Über neuere Ergebnisse der alpinen Gletscherforschung.

Der Redner charakterisierte eingangs im Anschlusse an Eduard Richter die verschiedenen Perioden und Zentren der alpinen Gletscherforschung und hob insbesondere die Leistungen der um Richter, Finsterwalder und den Deutschen und Österreichischen Alpenverein gruppierten ostalpinen Gletscherforscher der letzten Dezennien hervor. Vornehmlich Richter ist es zu verdanken, wenn sich die Gletscherstudien in den Ostalpen auf der Grundlage systematischer Vermessung zahlreicher Gletscher, insbesondere aber wiederholter Neuvermessung derselben Eiskörper aufbauen, neben der überaus zahlreiche Markenbeobachtungen nach Schweizer Vorbild einhergehen. Richters besonderes Verdienst liegt ferner auch in der Herstellung einer lebhafteren Verbindung zwischen Gletscherforschung und Gletscherforschern der verschiedenen gletschertragenden Gebirge. Neben der Ausgestaltung der vom internationalen Geologenkongresse ins Leben gerufenen Gletscherkommission, ist hier insbesondere der von Richter ins Leben gerufenen Gletscherkonferenzen zu gedenken, deren Aufgabe es war, eine internationale Schar von Forschern auf dem Gletschereise selbst zur Besprechung von Problemen und zur Einigung über die Terminologie zu vereinigen.

Wenn Richter 1898 als nächste Aufgaben der

Gletscherforschung die folgenden beiden bezeichnete: 1. Feststellung des Verhältnisses zwischen dem Ablauf eines Gletschervorstoßes und der Bewegungsgeschwindigkeit des Eises; 2. das neuerliche Aufgreifen der eigentlich physikalischen Fragen — und als Vorbedingung die Feststellung der Terminologie — so ist seither in den Ostalpen auch auf diesen Gebieten sehr viel geleistet worden. Das Verständnis der Gletscherbewegung und der Gletscherschwankungen ist durch die Untersuchungen von Finsterwalder, Blümcke und Hess an den Ötztaler Gletschern und durch die Aufstellung einer rein geometrischen Theorie der Gletscherbewegung (Finsterwalder) außerordentlich gefördert worden. Die Bohrungen von Blümcke und Hess auf dem Hintereisferner, welche an mehreren Stellen den Gletschergrund erreichten, haben eine überraschende Übereinstimmung zwischen dem nach der Theorie konstruierten und dem wirklichen Profil des Gletschers (wenn auch natürlich keine völlige Kongruenz beider) ergeben. Die reiche Ausbeute dieser Beobachter an Ergebnissen zur Physik der Gletscher, ihre Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse, die Ablation etc. sind in dem Werke von Hans Hess „Die Gletscher“ zusammengefaßt.

Von den Gletscherkonferenzen fand die erste (1899) an dem Rhone- und Unteraargletscher statt, von denen der erstgenannte durch die jahrzehntelangen Beobachtungen der Schweizer Gletscherkommission der besterforschte Gletscher geworden war. Es wurde hier ein umfassendes Programm der Gletscherforschung aufgestellt und die Terminologie in verschiedener Richtung geklärt. Insbesondere wurde ein Schema der Moränen aufgestellt, an dem der Versuch, eine scharfe Sonderung in der Benennung der „bewegten“ und der „abgelagerten“ Moränen durchzuführen, besonders hervorzuheben ist. Leider ist aber der Name „Grundmoräne“ bereits viel zu sehr eingebürgert, als daß die Bezeichnung der bewegten „Grundmoräne“ als „Untermoräne“ ihm aus dem wissenschaftlichen Sprachgebrauche verdrängen könnte. Die Einteilung der Gletscherkonferenz hat eine eingehende Kritik durch A. v. Boehm in seiner „Geschichte der Moränenkunde“ gefunden. Boehm stellt ihr eine eigene Einteilung gegenüber,

die mehr in das Detail geht, aber auch dort, wo beide übereinstimmen, zumeist andere Benennungen bringt. Den bewegten Moränen entspricht bei Boehm die Kategorie der Wandermoränen, den abgelagerten die zwei Gruppen der Stapel- oder Umwallungsmoränen und der Schwundmoränen. Der Vortragende stellte die beiden Schemen einander vergleichend gegenüber.

Die zweite Gletscherkonferenz fand 1901 in Vent und Umgebung statt; sie war mit der Besichtigung der Arbeiten von Blümcke und Hess am Hintereisferner, sowie des Vernagt-, Hochjochferners und anderer Gletscher verbunden. Sie beschloß einige Ergänzungen und Veränderungen zu den Beschlüssen der ersten, unter denen eine hier hervorgehoben sei. Von Skandinavien aus hatte sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß Mittelmoränen nicht nur aus der Vereinigung zweier Seitenmoränen entstehen können, sondern auch durch Austreten einer aus Untermoränenmaterial bestehenden Innenmoräne. Die erste Konferenz hatte am Unteraargletscher folgenden Befund festgestellt: „Die große Mittelmoräne des Gletschers zeigte eine stellenweise sehr auffällige, von der Vereinigungsstelle am ‚Abschwung‘ bis zum Gletscherende verfolgbare Naht, an welcher Untermoränenmaterial zutage trat, während die Moräne im übrigen vorwiegend aus eckigem Material bestand. Die Schieferplatten derselben waren manchmal in der Nähe der Naht, und zwar längs derselben hochkant gestellt.“ Die Erklärung hiefür sucht man darin, daß bei der Vereinigung zweier Gletscher die Randpartien beider, die dem Boden aufliegen, aneinandergepreßt und aufgestellt werden und daß mit ihnen Moränenmaterial vom Boden in den Eiskörper und schließlich durch Ausschmelzen an die Oberfläche gelangt. Damit ist auch erklärt, daß öfters auch ferne von den Zusammenflüssen der Gletscher Schuttflecken und Schuttstreifen auf der Eisoberfläche auftreten, sich immer mehr verbreitern und schließlich ansehnliche Mittelmoränen bilden. Sie gehen von einem Felssporn im Firnfeld, einer Felsinsel im Gletscher oder auch einer unter dem Eise verborgenen Aufragung aus, an der durch Zusammenpressung und Aufrichtung der einander berührenden Bodenschichten die

Untermoräne auch in höhere Teile des Gletschers kommt. Diese „Innenmoräne“ schmilzt dann aus, wenn die Abschmelzung der Gletscheroberfläche sie erreicht hat. Nach dem Gesagten war unter der „Naht“ eine bis zum Gletscherboden hinabgehende schmale, ganz oder doch nahezu senkrecht stehende Mauer von Schutt oder sehr stark schuttgemengtem Eise zu erwarten. Da sie tatsächlich nicht hinreichend gut beobachtet war, schlug die Konferenz von 1899 vor: „Um die Erscheinung der Innenmoränen genauer kennen zu lernen, sind Stollen durch die Berührungsflächen zusammengesetzter Gletscher zu legen.“ Diese Anforderung konnte 1901 fallen gelassen werden, da „die Wahrnehmungen am Hintereis-, Kesselwand- und Guslarferner die Entstehung der Obermoränen durch Hervortreten der Innenmoränen deutlich erkennen lassen und da zu erwarten ist, daß auch an anderen Gletschern durch günstig situierte Spalten diese Beobachtung ihre Bestätigung finden wird.“ Das war in der Tat der Fall. So sieht man z. B. in einer stark zerklüfteten Partie des Sündenferrners an den Spaltenwänden schon von weitem die Naht als einen dunklen Streifen und kann sich an aufeinanderfolgenden Spalten überzeugen, daß dieser Streifen sie sämtlich schneidet.

Eine wichtige Frage, die der ersten Konferenz noch nicht spruchreif erschien, beschäftigte die dritte, die H. F. Reid aus Baltimore nach Richters Tode einberief und die 1905 in Maloja tagte: Das Verhältnis der Schichtung zur Bänderung. Ein Beschuß von 1899 lautete: „Man ist über eingekommen, die Bezeichnung ‚Schichtung‘ des Gletschers im geologischen Sinne zu gebrauchen, das heißt darunter die Spuren und Kennzeichen der ursprünglichen Ablagerung oder Aufschüttung des Schnees im Firngebiet zu verstehen. Für das Auftreten von Blättern blauen, blasenfreien Eises im weißlichen blasenreicherem, wie es sich in den oberen Teilen der Gletscher findet, sowie von Schmitzen von Luftblasen im blauen Eise, wie es in den tieferen Teilen vorherrscht, ist der Ausdruck Bänderung gewählt worden.“ Man konstatierte, daß die Grenzflächen der Gletscherkörner nie über jene der „Bänder“ übergreifen, man erkannte im mittleren Teil des Rhonegletschers Faltungen von abwechselnden Lagen klaren

und getrübten Eises, „die wie Schichten aussehen“, man erkannte ogivenartig angeordnete Kämme, die dem Ausstreichen dieser Lagen entsprechen und die man nach ihrem Entdecker „Reidsche Kämme“ nannte. Aber man konnte sich nicht entschließen, die Ansicht mehrerer Teilnehmer, die auf dem Rhonegletscherbefund beruhte, anzunehmen, daß die Bänderung mit der Schichtung identisch sei, aus der Umgestaltung der Schichten hervorgehe. Man glaubte sogar, konstatieren zu müssen, daß die schichtenartigen Lagen in den Reid'schen Kämmen mit Bänderung nichts zu tun hätten. Noch 1901 erklärte man diese Fragen für „keineswegs gelöst“. Aber die Beobachtungen von Reid, Hess, Crammer führten immer überzeugender zu der Forderung eines solchen Zusammehanges, der die Bänderung weit besser erklärt, als die Auffassung der Bänderung als Schieferung und ähnliche Deutungen. Hauptsächlich stand ihm die wiederholte angebliche Beobachtung Tyndalls entgegen, daß Schichtung und Bänderung sich gequert hätten — eine Beobachtung, die in neuerer Zeit nicht wieder gemacht wurde. Auf dem Fornogletscher fand Reid die Übergänge in voller Deutlichkeit und berief deshalb die dritte Konferenz dorthin, die seine Beobachtung bestätigte. Die Firnschichten, die allmählich in Eisschichten übergehen, erhalten sich auch unterhalb der Firnlinie; sie streichen an der Gletscheroberfläche aus. Aber bei der Verengung, welche der Eiskörper beim Austritt aus dem weiten Firnbecken in die Zunge erfährt — man hat für diese Stelle den treffenden Ausdruck „Zungenwurzel“ angewendet —, werden die Eisschichten durch den Druck gefaltet. Breite, sehr flache Falten streichen in der Richtung des Gletschers; die Schichten treten daher in flachen Bögen an die Eisoberfläche. Diese werden immer spitzer ausgezogen, je mehr die Faltung talab zunimmt. Es sind Ogiven, deren Seitenäste sich der Längsrichtung des Gletschers so sehr nähern, daß dieser streckenweise parallel gestreift erscheint. Da die Schichten die Gletscheroberfläche immer steiler schneiden und da klares und trübes Eis verschieden stark abschmilzt, springen die Schichtköpfe kammartig vor (in Isoklinalkämmen) und bilden die Reid'schen Kämme; das Aussehen der Gletscheroberfläche selbst hat man hier

durch den Vergleich mit der Ackerfurchung bezeichnet. Weiter gletscherabwärts werden die Schichten immer mehr zusammengeschoben, die Falten werden immer kleiner und zahlreicher; Sättel und Mulden werden vollständig in Spitzen ausgezogen, die Schenkel der Falten berühren sich gegenseitig, schließlich zerfallen sie in Blätter. Crammer, dessen Schilderung ich hier folge, lehnt sich mit Recht gegen die Bezeichnung „Bänderung“ auf; wir sollten „Blätterung“ sagen, da es sich um Blätter oder flache Linsen handelt, an deren auskeilendes Ende sich jeweils das nächste Blatt derart anschmiegt, daß es ihre Fortsetzung scheint. Diese Blätter streichen an der Oberfläche des Gletschers derart aus, daß dieser von feinen Bändern überzogen scheint: die groben „Ackerfurchen“ sind von „Wagengeleisen“ abgelöst. Die Blätter streichen in der Längsrichtung des Gletschers, wie weiter oben die Falten. Am Seitenrand liegen sie flach auf, in der Mitte der Zunge stehen sie vertikal. Im Querschnitt erscheinen sie fächer-, im Längsschnitt schalen-, im ganzen also löffelförmig angeordnet. Der Übergang der Faltung in die Blätterung, der Schichten in Blätter, der gletscherabwärts an der Oberfläche erfolgt, muß an der Zungenwurzel vertikal nach abwärts erfolgen, sodaß dort oberflächlich noch Schichtung, im unteren Teil des Eises bereits Blätterung herrscht.

Neben dieser durchgehenden Blätterstruktur gibt es eine andere, lokale, die auf das Einfrieren von Schnee oder Schmelzwasser in sich schließenden Spalten zurückgeht (im ersten Falle weiße, im anderen blaue Blätter). Der Befund am Fornogletscher weist ihnen eine besondere Bedeutung zu. Geschlossene Spalten durchbrechen Schichtung und Bänderung als Verwerfungen, an ihnen durchschneiden vielfach blaue Blätter die Bänderung (was vielleicht Tyndalls Beobachtung erklären hilft). Diese „Spaltnarben“ nun werden gegen das Ende zu ogivenartig ausgezogen und allmählich talabwärts umgelegt. Auf sie wird die neue gebänderte Struktur zurückgeführt, die sich am Fornogletscher nahe dem Ende bildet, nachdem die eigentliche Schichtbänderung etwa 300 m vom Ende undeutlich geworden ist.

Wenn sich Gletscher vereinigen, wird ihre Schichtung

oder Bänderung an der Naht aufgerichtet. Auch der Umstand, daß die Blätter an der Naht, die schluffführenden, wie die reineren, aufgestellt sind, zeigt uns, daß die Blätterung mit der Schichtung zusammenhängt. Wo mehrere Lawinen-gletscher am Forno sich übereinander lagern, hat jeder seine eigene Struktur, aber die Bewegung des übereinandergelegten Eises ist einheitlich.

Am Fornogletscher wurde endlich auch eine Art von Innenmoräne beobachtet, die nicht in Gestalt einer Naht austritt. Sie schmilzt vielmehr „in einer Reihe paralleler, wenig gegen die Gletscheroberfläche geneigter Schichtflächen“ aus. Auch aus ihr geht eine Mittelmoräne hervor. Es sei aber hier bemerkt, daß Moränen dieser Art sich oft durch eine ungleichmäßige Verteilung auszeichnen, daß zwischen großen Schutthaufen Strecken geringer Schluftführung auftreten. Diese Moräne am Fornogletscher „entstammt einer nahen Lawinenkehle, von welcher die Firnfläche von Zeit zu Zeit mit Schutt überstreut wird.“ Solche Bildungen konnte man bei der ostalpinen Gletscherkonferenz des Jahres 1906 am Suldenferner vielfach wahrnehmen; der Schutt, der von der Umrahmung des Firnfeldes auf dieses fällt, der Schutt in Schnee- und Eislawinen, die herabstürzenden Untermoränen steiler Zufluß-gletscher bilden solche Einlagerungen, über die sich wieder Schnee und Eis (aus den abgestürzten Lawinen) lagert. Auch aus dieser Art von Schichtung scheint Blätterung hervorzugehen und die geschilderten Trümmerlagen am Ausgehenden der Bänder auszutreten.

Auf dem Suldenferner hatte man Gelegenheit, wiederholt die Untermoräne zu sehen. Sie bestand überall aus Lagen von Gesteinstrümmern, verteilt auf Blattflächen. An dem Untergrunde des Zuflusses von der Payerscharte her, der an einer Felswand zum Teil abbricht und vom Hauptgletscher aus gut gesehen werden konnte, sah man auch, wie die Blätter in der Untermoräne im allgemeinen dem Felsgrunde parallel liegen, aber dort, wo dieser stärkere Unregelmäßigkeiten zeigt, stark gefaltet, gestaucht und überschoben sind und damit auch die Untermoräne aus den Bodenschichten in das Eis gelangt. Es tritt, wie schon erwähnt, am Boden die Bänderung

auf, wo oberflächlich noch Schichtung herrscht. Den Teilnehmern der Suldener Konferenz, die Finsterwalder zu dem Zweck einberufen hatte, einen von ihm wiederholt genau untersuchten Gletscher zu demonstrieren und an ihm besonders jüngeren Gletscherforschern die Beobachtungen und Diskussionsobjekte der internationalen Konferenzen zu veranschaulichen — den Teilnehmern der Suldener Konferenz trat insbesondere anschaulich die Entstehung der verschiedenen Innenmoränen entgegen. Sie beschäftigte sich mit dem Studium der Beziehungen zwischen Moränenbildung und Struktur und kam zu der von Penck besonders hervorgehobenen Überzeugung, daß diese Beziehungen sehr innige seien. Ihr weiteres Studium wird wohl die nächsten Jahre im Vordergrunde der Gletscherforschung stehen — neben den Problemen der Bewegung und des Haushaltes der Gletscher.

Der Vortragende, der an den Konferenzen von 1901 und 1906 teilgenommen hat, veranschaulichte die besprochenen Gegenstände an der Hand von Diapositiven des geographischen Institutes unserer Universität, die zum großen Teil auf Aufnahmen bei den Gletscherkonferenzen der Jahre 1899 und 1906 beruhen. Er zeigte so insbesondere 1. typische Vertreter der einzelnen Kategorien von Moränen; 2. den Übergang von der Schichtung zur Blätterung; 3. das Verhalten der Innenmoräne an der „Naht“.

### 11. Versammlung am 24. November 1906.

Herr Professor B. Reinitzer hielt einen Vortrag:

#### Über die Entstehung der natürlichen Schwefellager.

Der Vortragende besprach die Verhältnisse der natürlichen Schwefellager und die Schwierigkeiten, welche sich der Erklärung der Entstehung derselben, insbesondere der in der Tertiärformation liegenden ergiebigsten und daher wichtigsten entgegenstellen und Ursache sind, daß ihre Bildung von Geologen und Chemikern sehr verschieden gedeutet wird. Nach Befprechung der hierüber bis jetzt aufgestellten Theorien und Hinweis auf die Unzulänglichkeiten oder Widersprüche mit den natürlichen Tatsachen, welche sich bei den meisten der-

selben ergeben, erläuterte der Vortragende seine eigenen Untersuchungen und Beobachtungen über diesen Gegenstand. Diesen zufolge ist der Schwefel, der erst bei  $448^{\circ}$  C. siedet und bei Abkühlung seines Dampfes im amorphen Zustand erhalten wird, mit Wasserdampf von  $100^{\circ}$  C. ganz erheblich flüchtig und sublimiert unter diesen Umständen in rhombischen Kristallen, also in jener Form, die dem natürlichen Schwefel eigen ist. Der Vortragende demonstrierte diese Verhältnisse durch Versuche und Projektion der erhaltenen Kristalle. — Durch Beobachtungen und Untersuchungen in der Solfatara bei Pozzuoli überzeugte sich der Vortragende, daß die aus den Spalten dieses erloschenen Kraters hervorbrechenden heißen Wasserdampfströme frei sind von Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxyd, dagegen genau so wie bei dem vorgeführten Versuch mit Schwefeldampf gesättigt sind und während des Durchströmens durch die Gesteinsklüfte und Spalten zur Bildung rhombischer Schwefelkristalle durch Sublimation Veranlassung geben. Da nun der Abkühlungsvorgang der heißen unterirdischen Massen vulkanischen Bodens im sogenannten Solfatarenstadium durch die Ansstoßung von Gas- und Dampfmassen, deren weitaus überwiegender Bestandteil der Wasserdampf ist, geradezu gekennzeichnet ist, und da dieses Stadium sich über ungeheuer lange Zeiträume erstrecken kann, ist es von größter Wahrscheinlichkeit, daß die Lager von kristallinischem Schwefel in vulkanischem Boden durch Sublimation aus mit Schwefeldampf beladenen Wasserdampfströmen entstanden sind. Durch denselben Vorgang haben sich jedenfalls auch die in den Aufschüttungskegeln tätiger und erloschener Vulkane (z. B. des Popocatepetl) vorfindenden, mitunter sehr mächtigen Schwefellager gebildet. Der Vortragende zeigte dann, daß die geologischen und mineralogischen Verhältnisse der großen Schwefellager in den sedimentären Schichten der Tertiärformation (Sizilien etc.) ebenfalls zu der Annahme drängen, daß sie durch denselben Sublimationsvorgang entstanden sind, wie die Solfatarenlager. Mineralogische Gründe hiefür sind das stete ganz charakteristische Zusammenvorkommen des Schwefels in ihnen mit Cölestin, Kieselsinter und Tripelschiefern, das geradezu auf die Entstehung in einem Geysergebiet hinweist,

welche andererseits durch das Schwefelvorkommen in bekannten Geysergebieten bestätigt wird. Dem Mineralogen Giorgio Spezia gebühre das Verdienst, die mineralogisch-chemischen Gründe für die Annahme der Entstehung der Schwefellager der Tertiärzeit durch die Tätigkeit heißer Mineralquellen erforscht und in seiner geistvollen Schrift: „Sull' origine del solfo nei giacimenti solfiferi della Sizilia“, der bedeutendsten, welche wir über diesen Gegenstand besitzen, veröffentlicht zu haben. Nach ihm sind es aber die heißen Quellen selbst, welche zur Ablagerung des Schwefels geführt haben. Aber auch geologische Gründe sprechen für die Richtigkeit der Annahme, daß die Schwefellager des Tertiärs ihre Entstehung der Solfatarentätigkeit vulkanischen Bodens verdanken. Die Tertiärzeit ist eine Zeit vulkanischer Massenausbrüche, einer gesteigerten vulkanischen Tätigkeit des Bodens. Auch die Schwefellager des Tertiärs sind umgeben von den Zeugen dieser Tätigkeit. (Sizilien, kontinentales Italien, Spanien usw.) Es ist anzunehmen, daß dieser lang dauernden gewaltigen Ausbruchsperiode eine entsprechend lang anhaltende ebenso gewaltige Solfatarenperiode gefolgt ist, in der die mit Schwefel beladenen Wasserdampfausströmungen die Bildung der Schwefellager bewirkt haben.

Wir würden demnach den Schwefel derselben Ursache verdanken wie die Borsäure, nämlich der Leichtflüchtigkeit eines an sich schwer flüchtigen Körpers in strömendem heißen Wasserdampf. Der Vortragende hatte Gelegenheit, die Richtigkeit seiner Theorie auch im Gebiet der Borsäure-softionen Toskanas zu prüfen. Der Schlamm, welcher sich am Grunde der von den Dampfstrahlen durchströmten Wasserbecken (Lagoni) absetzt, besteht zu 70 % aus Schwefel; wie man erst vor kurzem gefunden hat, sodaß man jetzt in Larderello an eine industrielle Verwertung desselben denkt. — Der dem Boden entströmende Dampf zeigt auch dort keinen Schwefelwasserstoff- oder Schwefeldioxydgeruch, wohl aber den charakteristischen Geruch des Schwefeldampfes. Der Vortragende hat auch umgekehrt in den Begleitmineralien und Gesteinen des sizilianischen Schwefels nach Borsäure gesucht, könnte deren Gegenwart aber bis jetzt nicht feststellen. Der Vortragende führte endlich aus, daß es naheliegend sei, diese

Theorie auch auf die Bildung anderer Mineralien auszudehnen. In der Solfatara zu Pozzuoli finden sich in den Gesteinsklüften hie und da Kriställchen von Realgar und Anflüge von Auri-pigment. Versuche über die Flüchtigkeit der Arsensulfide mit Wasserdämpfen seien im Gang. Eine Schwierigkeit derselben liege darin, daß Arsensulfide durch viel kochendes Wasser allmählich zersetzt werden. Die Flüchtigkeit des Arsensulfides im Luftstrom von  $104^{\circ}$  C. habe er aber jetzt schon festgestellt. Zu sicheren Ergebnissen sei er bei Quecksilber gekommen. Seine Flüchtigkeit mit Wasserdämpfen von  $100^{\circ}$  C. lasse sich ohne weiteres nachweisen und dürfte nicht geringer sein als die vom Vortragenden mehrfach quantitativ bestimmte Flüchtigkeit des Schwefels mit Wasserdämpfen. Es spreche daher im Zusammenhalt mit den geologischen Verhältnissen des Vorkommens die größte Wahrscheinlichkeit dafür, daß auch die Quecksilber- und Zinnoberlager auf dieselbe Weise entstanden sind wie die Schwefellager. Die gegenwärtig ergiebigsten Zinnoberlager, die kalifornischen, liegen mit Schwefellagern zusammen geradezu auf einer sogenannten Thermalspalte, d. h. in einem durch heiße Quellen gekennzeichneten Bruchgebiet vulkanischen Bodens.

In der dortigen, abgebauten Sulphurbank-Mine fand sich das Erz in einem erloschenen Geyser.

Der Vortragende schloß seine Ausführungen, die mit der Vorweisung zahlreicher, in den sizilischen Schwefelminen, in Pozzuoli und dem Soffionengebiet Toskanas und den Zinnoberminen am Monte Amiata gesammelter Mineral- und Erzstufen verbunden waren, mit der Vorführung zahlreicher Projektionsbilder, welche die Verhältnisse der Mineralvorkommen, sowie die der fraglichen Soffionengebiete darstellten.

## 12. Versammlung am 15. Dezember 1906. (Jahres-Versammlung.)

Vorsitzender: Herr Prof. Dr. W. Prausnitz.

Zunächst erstattete der geschäftsführende Sekretär Herr Direktor J. Hansel den folgenden

### Geschäftsbericht für das Vereinsjahr 1906.

Der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark schließt mit der heutigen Versammlung das 43. Jahr seines Bestandes ab, eines Jahres, wie gleich gesagt sei, fruchtbarer Arbeit und erfreulichen Gedeihens. Als an dieser Stelle vor drei Jahren Herr Prof. Rudolf Hoernes an die Mitteilung von dem bedauerlichen Sinken der Mitgliederzahl den berechtigten Wunsch knüpfte, daß nun eine Periode des Aufschwunges folgen möge, hat er wohl kaum erwartet, daß sich sein Wunsch sobald erfüllen würde. Dem damaligen Tiefstande von 297 ordentlichen Mitgliedern stehen diese heute in einer Zahl von 400 gegenüber; der Verein ist seither also um 103 Mitglieder stärker geworden. An diesem Zuwachs ist gerade das abgelaufene Jahr am meisten beteiligt, trotzdem wir gerade heuer auch einen bedeutenden Verlust an Mitgliedern durch den Tod zu beklagen haben.

Zunächst hatten wir den Heimgang unseres Ehrenmitgliedes, des k. k. Hofrates und Univ.-Prof. Dr. Ludwig Boltzmann zu verzeichnen. Dem Gedächtnisse dieses berühmten Gelehrten, ausgezeichneten Lehrers und edlen Menschen war die Vereins-Versammlung am 3. November gewidmet, in welcher einer der hervorragendsten Schüler und Mitarbeiter des Verewigten, Herr Hofrat Prof. Dr. Albert von Ettingshausen, die große wissenschaftliche Bedeutung Boltzmanns und seine Forschungs-Resultate in eingehender, warm empfundener Rede würdigte. — Von ordentlichen Mitgliedern sind gestorben die Herren: William Boalt-Lane in Graz, Friedrich Byloff, k. k. Oberbaurat in Graz, Dr. Wilhelm Czermak, Univ.-Prof. in Prag, Josef Erwarth, Hüttенverwalter in St. Veit a. d. Gl., Karl Karner, k. k. Bergrat in Graz, Rudolf Linner, Stadtbaudirektor in Graz, Dr. Markus Madritsch in Oberzeiring, Se. Exzellenz Karl R. v. Peche, k. k. Feldmarschall-Leutnant in Graz, Se. Exzellenz Moritz Venus v. Elbringen, k. k. Feldmarschall-Leutnant in Graz, C. Weydmann, Fabriksbesitzer in Bruck a. d. M., Se. Exzellenz Vladimir v. Spinette, k. k. Feldmarschall-Leutnant in Graz. Der Trauer um den Verlust dieser vielen treuen Mitglieder bitte ich, durch Erheben von den Sitzen Ausdruck zu geben. Gestorben sind

daher heuer 11, ausgetreten 8 ordentliche Mitglieder, dagegen sind neu eingetreten 72 ordentliche Mitglieder, sodaß der wirkliche Zuwachs 53 ordentliche Mitglieder beträgt.

Der Naturwissenschaftliche Verein zählt demnach heute 10 Ehrenmitglieder, 10 korrespondierende und 400 ordentliche, im ganzen 420 Mitglieder. Kann schon aus dem beträchtlichen Anwachsen der Mitgliederzahl auf das im Vereine herrschende regere Leben geschlossen werden, so zeigt es sich doch ganz besonders in der erfreulichen Tätigkeit der Sektionen, über deren Versammlungen und Exkursionen in den „Mitteilungen“ ausführlich berichtet werden wird. — Wie sehr unsere Mitglieder bestrebt sind, sich an wissenschaftlicher Arbeit zu beteiligen, geht auch daraus hervor, daß zur Konstituierung einer neuen Sektion, der anthropologischen, geschritten werden konnte und daß die Gründung einer allgemein zoologischen Sektion im Zuge ist. — Die naturwissenschaftliche Durchforschung des Landes, bekanntlich eine der wichtigsten Aufgaben des Vereines, beruht hervorragend auf der Tätigkeit der Sektionen, welchen, sowie auch einzelnen Privatgelehrten, hiefür aus den Mitteln des Vereines entsprechende Subventionen zugewendet wurden.

Was weiter die Erfüllung der unterrichtlichen Aufgaben des Vereines anbelangt, so sei zunächst auf den reichen lehrenden Inhalt unserer sich einer großen Verbreitung erfreuenden „Mitteilungen“, dann aber auf die Reihe der in unseren Versammlungen abgehaltenen populär-wissenschaftlichen Vorträge hingewiesen, welche folgende Herren zu übernehmen die Güte hatten.

Am 20. Jänner: Univ.-Prof. Dr. Rud. Klemensiewicz „Über Malaria“.

Am 3. Februar: Staatsbahn-Oberinspektor i. R. Albert Pauer „Über Schweden und Norwegen“.

Am 17. Februar: Univ.-Prof. Dr. Böhmig: „Die Bausteine des Tierkörpers“.

Am 10. März: Museums-Sekretär Gustav Geßmann: „Malerische Karstwanderungen“.

Am 31. März: Privat-Dozent Dr. Franz Fuhrmann: „Die herbstliche Pilzflora der Umgebung von Graz“.

- Am 9. Juni: Univ.-Prof. Dr. Cornelius Doelter: „Die Vesuv-Eruption im Jahre 1906“.
- Am 20. Oktober: Univ.-Prof. Dr. Oskar Zoth: „Über einige neuere Anwendungen des stereoskopischen Prinzipes“.
- Am 3. November: Hochschul-Prof. Hofrat Dr. Albert v. Ettingshausen: „Gedächtnisrede auf Hofrat Prof. Boltzmann“.
- Am 10. November: Univ.-Prof. Dr. Robert Sieger: „Neuere Ergebnisse der alpinen Gletscherforschung“.
- Am 24. November: Hochschul-Prof. Benjamin Reinitzer: „Die Entstehung der natürlichen Schwefellager“

und heute wird uns noch unser hochverehrter Präsident, Herr Universitäts-Professor Dr. W. Prausnitz, mit einem Vortrage erfreuen: „Über die Bedeutung der Milch, vom physiologischen und hygienischen Standpunkte betrachtet“.

Allen diesen Herren, welche sich mit größter Bereitwilligkeit der guten Sache wegen in den Dienst des Vereines stellen, sei hiermit der verbindlichste Dank zum Ausdrucke gebracht. Ebenso sind wir dem Herrn Universitäts-Prof. Dr. Klemensiewicz auch heuer wieder zu besonderem Danke verpflichtet für die freundliche Überlassung seines Hörsaales und seines Skioptikons für eine größere Anzahl der angeführten Vorträge.

Ich halte es für meine Pflicht, an dieser Stelle dankbar auch unserer Universität zu gedenken, welche durch die Veranstaltung von populären Vorträgen und Kursen in Graz und an vielen anderen Orten des Landes auch ganz hervorragend zur Verallgemeinerung naturwissenschaftlicher Kenntnisse beigetragen hat. Durch diese von ausgezeichneten akademischen Lehrern übernommenen Vorträge und Unterrichtskurse haben unsere Bestrebungen eine äußerst schätzenswerte Unterstützung erfahren und zweitelloß haben wir ihnen die starke Vermehrung unserer Mitgliederzahl nicht zum geringsten Teile mit zuzuschreiben.

Ich brauche hier nicht neuerlich die große Bedeutung der naturwissenschaftlichen Sammlungen des Landes - Museums „Joanneum“ für unsere Unterrichtszwecke hervorzuheben. Der Besuch dieser Sammlungen ist aber an den meisten Sonntagen

ein so starker, daß es in dem Gedränge der Schaulustigen dem einzelnen, eingehenderem Studium sich Hingebenden nicht immer möglich ist, an die sein besonderes Interesse erregenden Objekte heranzukommen. Um diesem Übelstande abzuhelfen, hat sich die Vereinsdirektion an das ländliche Kuratorium des Museums mit der Bitte gewendet, die Besuchsstunden für die naturwissenschaftlichen Sammlungen an Sonntagen bis 4 Uhr nachmittags auszudehnen. Eine weitere, unter einem gestellte Bitte war dahin gerichtet, daß auch in den naturwissenschaftlichen Abteilungen des „Joanneums“ sogenannte Führungskurse veranstaltet werden möchten, wie solche mit ausgezeichnetem Erfolge nicht nur an den Museen anderer Städte, sondern auch an anderen Abteilungen unseres eigenen Landes-Museums stattfinden. Eine Erledigung dieser Wünsche ist der Direktion bisher nicht zugekommen.

Wie erinnerlich, hat die Direktion im vorigen Jahre verschiedene Schritte unternommen, die Errichtung einer Erdbebenwarte in Graz zu ermöglichen. Vorläufig, wie ich Ihnen berichten mußte, allerdings nicht mit dem gewünschten Erfolge. Heute aber bin ich in der angenehmen Lage, Ihnen mitzuteilen, daß die fortgesetzten Bemühungen des Herrn Prof. Dr. Benndorf insoferne erfolgreich waren, als er nun zur Aufstellung eines Wichert'schen astatischen Pendels und damit zur Errichtung einer seismographischen Station an dem physikalischen Institute der Universität schreiten konnte. Herr Prof. Benndorf hat sich in liebenswürdiger Weise bereit erklärt, am 23. Februar 1907 in unserem Vereine nicht nur einen Vortrag über Erdbeobachtung zu halten, sondern auch das aufgestellte Pendel zu demonstrieren.

Dem von der Direktion gefaßten Beschlusse, der in Bildung begriffenen Alexander Rollett-Stiftung für Stipendien zur weiteren Ausbildung von Studierenden der Medizin oder der Naturwissenschaften an der Grazer Universität einen Beitrag aus Vereinsmitteln zu widmen, werden gewiß auch Sie in dankbarer Erinnerung der großen Verdienste unseres unvergesslichen Rollett gerne zustimmen.

Der Verkehr der Direktion und der Sektionen mit Körperschaften und Anstalten des In- und Auslandes, welche mit uns

gleiche Ziele verfolgen, sowie mit unseren Mitgliedern in Absicht auf Belehrung und Förderung naturwissenschaftlicher Forschung war auch heuer ein äußerst lebhafter; namentlich ist auch, wie Sie den „Mitteilungen“ werden entnehmen können, der Tauschverkehr hinsichtlich der Veröffentlichungen wesentlich gestiegen.

Endlich habe ich noch zu berichten, daß die Direktion beschlossen hat, die „Mitteilungen“, um die in ihnen enthaltenen wissenschaftlichen Abhandlungen wenigstens den Grazer Mitgliedern früher als bisher zugänglich zu machen, künftig in zwei getrennten Heften erscheinen zu lassen, wovon das erste Heft mit den Abhandlungen schon bald am Anfange des Jahres, das zweite Heft mit den Sektionsberichten und geschäftlichen Mitteilungen aber später zur Zustellung gelangen soll. Wir glauben, damit den Wünschen vieler Mitglieder zu entsprechen.

Der Naturwissenschaftliche Verein könnte seine idealen Ziele nicht in erwünschter Weise verfolgen, wenn ihm nicht erhebliche materielle Unterstützungen vom hohen Landtage, bezw. Landes-Ausschusse, der ländlichen Steiermärkischen Sparkasse und dem ländlichen Grazer Gemeinderate zufließen würden, wofür den hochansehnlichen Körperschaften hiemit der verbindlichste Dank ausgedrückt sei. Ebenso sind wir auch heuer den verehrlichen Schriftleitungen der „Tagespost“, des „Grazer Tagblattes“ und des „Grazer Volksblattes“ für die unentgeltliche Aufnahme der Anzeigen und sonstigen Veröffentlichungen des Vereines zu großem Danke verpflichtet.

Indem ich Sie bitte, meinen Bericht zur Kenntnis nehmen zu wollen, glaube ich, die hoffnungsfrohe Überzeugung aussprechen zu dürfen, daß der Naturwissenschaftliche Verein für Steiermark mit festem Vertrauen in seine eifrige Betätigung zustrebende Lebens- und Schaffenskraft in das neue Jahr eintreten kann.

Hierauf erstattete der Rechnungsführer, Herr Sekretär J. Piswanger, den Kassabericht für das 43. Vereinsjahr und den Bericht über die ausdrücklich zum Zwecke der geologischen Erforschung Steiermarks bestimmten Beträge im Jahre 1906.

**Kassabericht für das 43. Vereinsjahr**  
(vom 1. Jänner 1906 bis Ende Dezember 1906).

| Post-Nr. | Empfang.  | Einzelh. |    | Zusammen |    |
|----------|---|----------|----|----------|----|
|          |   | K        | h  | K        | h  |
| 1        | Verbliebener Rest aus dem Vorjahr . . . . .   |          |    | 4772     | 64 |
| 2        | Beiträge der Vereinsmitglieder:   |          |    |          |    |
|          | a) statutennäßige . . . . .   | 2018     | 35 |          |    |
|          | b) höhere, und zwar:  |          |    |          |    |
|          | vom löbl. Gemeinderate in Graz . . . . .  | 100      | —  |          |    |
|          | vom löbl. Gemeinderate in Marburg . . . . .   | 20       | —  | 2138     | 35 |
| 3        | Subventionen:   |          |    |          |    |
|          | a) vom hohen steiermärkischen Landtag . . . . .   | 1000     | —  |          |    |
|          | b) von der ländlichen Steiermärkischen Sparkasse . . . . .                                  | 600      | —  | 1600     | —  |
| 4        | Zinsen der Sparkasse-Einlage . . . . .  |          |    | 167      | 24 |
|          | Summe des Empfanges . . . . .   |          |    | 8678     | 23 |
|          | <b>Ausgaben.</b>  |          |    |          |    |
| 1        | Druckkosten:  |          |    |          |    |
|          | a) der „Mitteilungen“ für das Jahr 1905 . . . . .   | 314      | 21 |          |    |
|          | b) anderer Drucksachen . . . . .  | 25       | 70 | 3167     | 91 |
| 2        | Entlohnungen:   |          |    |          |    |
|          | a) des Dieners Druggevic . . . . .  | 120      | —  |          |    |
|          | b) für das Austragen der „Mitteilungen“ . . . . .   | 60       | —  |          |    |
|          | c) „ Schreibarbeiten . . . . .  | 24       | 32 |          |    |
|          | d) „ anderweitige Dienstleistungen . . . . .  | 76       | —  | 280      | 32 |
| 3        | An Ehrengaben für die Herren Vortragenden . . . . .   |          |    | 375      | 87 |
| 4        | An Gebühren-Äquivalent pro 1906 . . . . .   |          |    | 13       | 57 |
| 5        | An Postporto- und Stempelauslagen . . . . .   |          |    | 383      | 38 |
| 6        | Für Zeitungseinschaltungen . . . . .  |          |    | 25       | 60 |
| 7        | Für spezielle Zwecke der botanischen Sektion . . . . .                                      |          |    | 200      | —  |
| 8        | "  "  "  mineralog.-geologischen Sekt. . . . .  |          |    | 200      | —  |
| 9        | "  "  "  entomologischen Sektion . . . . .  |          |    | 200      | —  |
| 10       | Beitrag zur Rollet-Stiftung . . . . .   |          |    | 50       | —  |
| 11       | An Herrn Dr. Derganz in Wien für eine botanische Sammelreise nach Untersteiermark . . . . . |          |    | 60       | —  |
| 12       | Sonstige Auslagen . . . . .   |          |    | 17       | 12 |
|          | Summe der Ausgaben . . . . .  |          |    | 4973     | 77 |
|          | Im Vergleiche des Empfanges per . . . K 8678'23   |          |    |          |    |
|          | mit den Ausgaben per . . . . . „ 4973'77  |          |    |          |    |
|          | ergibt sich ein Kassarest von . . . K 3704'46   |          |    |          |    |

Graz, im Dezember 1906.

**Dr. Wilhelm Prausnitz m. p.**  
k. k. Universitätsprofessor  
d. z. Präsident.

**Josef Piswanger m. p.**  
Sekretär der k. k. techn. Hochschule  
Rechnungsführer.

Geprüft und richtig befunden.

Graz, im Jänner 1907.

**Friedrich Standinger m. p.**  
Fachlehrer  
Rechnungsprüfer.

**Ferdinand Slowak m. p.**  
k. k. Veterinär-Inspektor  
Rechnungsprüfer.

### Bericht

über die ausdrücklich zum Zwecke der geologischen Erforschung Steiermarks bestimmten Beträge im Jahre 1906.

|   | K   | h  |
|---|-----|----|
| Von dem ausdrücklich zum Zwecke der geologischen Erforschung Steiermarks bestimmten Betrage per . . . . . | 155 | 62 |
| welcher im Vorjahr als Kassarest verblieb, wurden im Jahre 1906 Auslagen nicht bestritten.                |     |    |
| Zu diesem Betrage kommen die Zinsen pro 1906 per . . . . .  | 3   | 15 |
| sodaß für das kommende Jahr ein Betrag von . . . . . als Kassarest verbleibt.                             | 158 | 77 |

Graz, im Dezember 1906.

**Dr. Wilhelm Prausnitz** m. p.  
k. k. Universitätsprofessor  
d. z. Präsident.

**Josef Piswanger** m. p.  
Sekretär der k. k. techn. Hochschule  
Rechnungsführer.

Geprüft und richtig befunden.

Graz, im Jänner 1907.

**Friedrich Standinger** m. p.  
Fachlehrer  
Rechnungsprüfer.

**Ferdinand Slowak** m. p.  
k. k. Veterinär-Inspektor  
Rechnungsprüfer.

Beide Berichte wurden beifällig zur Kenntnis genommen.  
Die bisherigen Rechnungsprüfer wurden wieder gewählt.

Über Antrag der Direktion wurden sodann unter allgemeiner freudiger Zustimmung die als Lehrer und Forscher um die Wissenschaft wie als treue und eifrige Mitglieder um den Verein gleich hochverdienten Herren Hofrat Prof. Dr. Leopold Pfaundler in Graz und Hofrat Prof. Dr. Zdenko Skraup in Wien zu Ehrenmitgliedern und der ausgezeichnete Ornithologe Viktor R. v. Tschusi zu Schmidhofen in Hallein bei Salzburg zum korrespondierenden Mitgliede gewählt.

Nachdem noch der Präsident unter großem Beifalle der Versammlung dem wegen anderweitiger starker Inanspruchnahme aus der Direktion als Sekretär ausscheidenden Direktor J. Hansel für dessen erfolgreiche Mitarbeit gedankt hatte,

wurde zur Wahl der Direktion für 1907 geschritten. Es wurden gewählt die Herren: als Präsident Dr. Theodor Helm, k. k. Generalstabsarzt i. R.; als I. Vizepräsident o. ö. Universitätsprofessor Dr. Wilhelm Prausnitz; als II. Vizepräsident o. ö. Universitätsprofessor Dr. Rudolf Hoernes; als I. Sekretär o. ö. Universitätsprofessor Dr. Karl Fritsch; als II. Sekretär Privatdozent Dr. Franz Fuhrmann; als Bibliothekar k. k. Schulrat und Gymnasialprofessor i. R. Franz Krašan; als Rechnungsführer Josef Piswaenger, Sekretär der k. k. technischen Hochschule.

Hierauf hielt der abtretende Präsident, Herr Professor Dr. W. Prausnitz, einen Vortrag:

### Über die physiologische und hygienische Bedeutung der Milch.

Der Vortragende begann mit einem Bericht über die interessanten Untersuchungen Bunges. Nach diesem ist die Zusammensetzung der Milch eine sehr ungleiche.

Tabelle I.  
100 Teile Milch enthalten.

|                                   |               | Casein | Albu-min | Summe der Ei-weiß-körper | Fett | Milch-zucker | Asche |
|-----------------------------------|---------------|--------|----------|--------------------------|------|--------------|-------|
| Mensch                            | I . . . . .   | —      | —        | 1,7                      | 3,1  | 5,9          | 0,2   |
| „                                 | II . . . . .  | 1,2    | 0,5      | 1,7                      | 3,8  | 6,0          | 0,2   |
| „                                 | III . . . . . | —      | —        | 1,5                      | 3,3  | 6,5          | 0,3   |
| Hund                              | . . . . .     | 4,8    | 2,6      | 7,4                      | 11,6 | 3,2          | 1,3   |
| Katze                             | . . . . .     | 3,7    | 3,3      | 7,0                      | 4,8  | 4,8          | 1,0   |
| Kaninchen                         | . . . . .     | 8,2    | 2,2      | 10,4                     | 16,7 | 2,0          | 2,5   |
| Meerschweinchen                   | . . . . .     | 4,7    | 0,5      | 5,2                      | 7,1  | 2,2          | 9,78  |
| Schwein                           | . . . . .     | 3,8    | 1,5      | 5,3                      | 9,5  | 3,3          | 0,81  |
| Pferd                             | . . . . .     | 1,2    | 0,8      | 2,0                      | 1,2  | 5,7          | 0,4   |
| Esel                              | . . . . .     | 0,7    | 1,6      | 2,2                      | 1,6  | 6,0          | 0,5   |
| Rind                              | . . . . .     | 3,0    | 0,5      | 3,5                      | 3,7  | 4,9          | 0,7   |
| Ziege                             | . . . . .     | 2,9    | 0,8      | 3,7                      | 4,3  | 3,6          | 0,8   |
| Schaf                             | . . . . .     | 4,1    | 0,8      | 4,9                      | 9,3  | 5,1          | 0,8   |
| Renntier                          | . . . . .     | 8,4    | 2,0      | 10,4                     | 17,1 | 2,8          | 1,5   |
| Kamel                             | . . . . .     | —      | —        | 4,0                      | 3,1  | 5,6          | 0,8   |
| Lama                              | . . . . .     | 3,0    | 0,9      | 3,9                      | 3,2  | 5,6          | 0,8   |
| Delphin (Globiocephalus<br>melas) | . . . . .     | —      | —        | 7,6                      | 43,8 | —            | 0,5   |

Diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung ist begreiflicherweise keine zufällige. Bunge ist es gelungen, eine teleologische Erklärung hiefür zu finden. Die Wachstums geschwindigkeit der Tiere ist eine ungleiche und es ist ohne weiteres erklärlich, daß die rascher wachsenden Tiere in ihrer Milch eine größere Menge der zum Aufbau des Organismus nötigen Nahrungsstoffe — Salze und Eiweißkörper — benötigen, als die langsam wachsenden.

Die in Tabelle II wiedergegebenen Zahlen zeigen diese Gesetzmäßigkeit in ganz auffallender Weise.

Tab. II.  
100 Gewichtsteile Milch enthalten:

| Zeit der Verdoppelung des Körpergewichtes vom neugeborenen Tiere in Tagen |                 |                | Eiweiß | Asche | Kalk  | Phosphorsäure |
|---|-----------------|----------------|--------|-------|-------|---------------|
| Mensch  | 180             | Tage . . . . . | 1,6    | 0,2   | 0,033 | 0,047         |
| Pferd   | 60              | " . . . . .    | 2,0    | 0,4   | 0,124 | 0,131         |
| Rind  | 47              | " . . . . .    | 3,5    | 0,7   | 0,160 | 0,197         |
| Ziege   | 22              | " . . . . .    | 3,7    | 0,8   | 0,197 | 0,284         |
| Schaf   | 15              | " . . . . .    | 4,9    | 0,8   | 0,245 | 0,293         |
| Schwein   | 14              | " . . . . .    | 5,2    | 0,8   | 0,249 | 0,308         |
| Katze   | 9 $\frac{1}{2}$ | " . . . . .    | 7,0    | 1,0   | —     | —             |
| Hund  | 9               | " . . . . .    | 7,4    | 1,3   | 0,455 | 0,508         |
| Kaninchen   | 6               | " . . . . .    | 10,4   | 2,5   | 0,891 | 0,997         |

Auch die zunächst unerklärlich erscheinende Ungleichheit der Milch verschiedener Säugetiere in ihrem Gehalt an Fett und Zucker, wie sie aus Tabelle I ersichtlich ist, wird verständlich, wenn man berücksichtigt, daß klimatische Verhältnisse eine wichtige Rolle spielen. Instinktiv nehmen die Menschen in warmen Ländern eine fettarme, kohlehydratreiche, in kalten Ländern eine fettreiche, zuckerarme Nahrung zu sich. Wir sehen nun auch in der Tabelle I, daß die Milch der Tiere, die ursprünglich in einem warmen Klima lebten (Kamel, Lama, Pferd, Esel), eine an Zucker reiche, an Fett arme Milch, die Tiere des Nordens aber eine an Fett reiche, an Zucker arme Milch produzieren. Wir erkennen dies deutlich an der Zusammensetzung der Milch des Renntiers und an der des Delphins, welcher als Wasserbewohner von einem Wärme gut leitenden

Medium umgeben eine ganz besonders fettreiche und damit wärmespendende Nahrung benötigt.

Es ist deshalb Bunge zuzustimmen, wenn er sagt: „Die Zusammensetzung der Menschenmilch spricht dafür, daß die Wiege des Menschengeschlechtes in einem warmen Erdteile gestanden hat, und unterstützt eine Annahme, die bekanntlich aus vielfachen anderen Gründen gemacht wird. Eine eingehende vergleichende Analyse der Milch aller Säugetiere wird uns vielfach in Zukunft ein Mittel an die Hand geben, die Schlüsse zu kontrollieren, welche die vergleichenden Anatomen, Paläontologen, Systematiker und Tiergeographen gezogen haben.“

Im weiteren Teile des Vortrages wurde darauf hingewiesen, daß die angeführten Zahlen Durchschnittszahlen sind. Die Milch der gleichen Tierart unterliegt sehr großen Schwankungen, wie dies an Zahlen nachgewiesen wird, welche in Kurvenform aufgetragen waren. Sie zeigten die Ergebnisse von Untersuchungen, welche vom hiesigen hygienischen Institut und der staatlichen Untersuchungsanstalt für Lebensmittel ausgeführt wurden und ergaben, wie die Zusammensetzung der Milch einer Kuh unter verschiedenen Fütterungsverhältnissen bei zwei-, beziehungsweise dreimaliger Melkung am Tage gefunden wurde.

Was die hygienische Seite der Milchfrage anlangt, so berichtete der Vortragende über die Veränderung der Milch nach dem Melken und die verschiedenen Maßnahmen, welche zu ergreifen sind, um eine reine, unzersetzte Milch zu erhalten. Er besprach schließlich die Möglichkeit der Übertragung infektiöser Erkrankungen durch die Milch und erörterte, wie die hiedurch gegebenen Gefahren vermieden werden können.

## Bericht der anthropologischen Sektion über ihre Konstituierung und ihre Tätigkeit im Jahre 1906.

Erstattet vom Schriftführer der Sektion, Dr. Hans Heribert Reiter.

### I. Konstituierende Versammlung der Sektion für Anthropologie des Naturwiss. Vereines für Steiermark.

Am 25. Mai 1906 fanden sich zahlreiche Mitglieder des Vereines, die durch schriftliche Einladung einberufen waren, im