

Bericht

über die

Ordentlichen Sitzungen der Gesellschaft

im Jahre 1905.

1. Sitzung am 4. Januar 1905.

Im Chemischen Institute der Technischen Hochschule zu Langfuhr.

Der Direktor der Gesellschaft, Herr Professor MOMBER, begrüßt die Versammlung zum Jahreswechsel und erstattet den Jahresbericht über das Jahr 1904 (vergleiche die Schriften der Gesellschaft, Neue Folge 11. Band, 3. Heft, Seite I—VIII). Im Anschluß an diesen Bericht überreicht Herr Professor MOMBER das neueste Doppelheft der Schriften der Gesellschaft und die Jubiläumsschrift des Herrn Professor CONWENTZ über die Tätigkeit des Westpreußischen Provinzial-Museums während der ersten fünf und zwanzig Jahre seines Bestehens.

Darauf hält Herr Professor Dr. RUFF einen durch zahlreiche wohlgelungene Experimente erläuterten Vortrag: „Über die Herstellung und Verwertung der flüssigen Luft.“

Drei Faktoren sind es, welche das innere wie äußere Verhalten unserer Stoffwelt und besonders deren Aggregatzustand bedingen:

Temperatur, Druck und Volumen.

Um sich von deren Wirkung zu überzeugen, genügt es, sich das Verhalten von Wasser gegenüber diesen Faktoren (vor allem der beiden ersten) vor Augen zu führen: Unter normalen Verhältnissen wird es bei 0° fest und „siedet“ bei 100°. Temperaturerhöhung begünstigt also die Bildung des gasförmigen, Temperaturverminderung diejenige des festen Aggregatzustandes. Lassen wir Wasser bei gewöhnlicher Temperatur stehen, so „verdunstet“ es allmählich, d. h. es verwandelt sich in gasförmiges Wasser, welches sich mit der Luft mischt. Dieser Austritt von Wassergas aus flüssigem Wasser erfolgt mit einer gewissen Kraft, welche sich für uns als Druck bemerkbar macht, und wir sprechen daher von einem „Dampfdruck“ der Flüssigkeit. Dieser hängt in seiner Größe ab von der Temperatur und ist bei einigen Flüssigkeiten schon bei gewöhnlicher Temperatur zu erheblichem Betrage vorhanden (Schwefelkohlenstoff 298 mm 20° C.), bei anderen ohne exakte Beobachtung kaum bemerkbar (Wasser 17,5 mm 20° C.), (Exp.). Der Dampfdruck steigt mit der Temperatur an und bedingt, wenn er den auf der Flüssigkeit lastenden Druck erreicht, das Sieden der Flüssigkeit — also unter gewöhnlichen Verhältnissen beim Druck unserer Atmosphäre. Erniedrigen wir aber den äußeren Druck, so tritt das Sieden schon bei niedrigerer Temperatur ein, z. B. siedet das Wasser bei 17,5 mm Druck dann nach obigem bei 20°. Erhöhen wir den äußeren Druck, z. B. auf 10 Atm., so steigt die Siedetemperatur des Wassers auf zirka 180°. Erhöht man

aber den äußeren Druck, ohne gleichzeitig die Siedetemperatur zu steigern, so hört das Sieden auf und der bereits gebildete Dampf kondensiert sich wieder.

Die Temperatursteigerung einer siedenden Flüssigkeit ist ohne Änderung des auf ihr lastenden Druckes nicht möglich. Jede Wärmezufuhr bedingt nur die Verwandlung einer neuen Quantität Flüssigkeit in Dampf. (Beisp.: flüssiges Wasser bei 100°.) Dies ist für das Verständnis des Verhaltens verflüssigter Gase wichtig.

Die Wärmemengen, welche von den verschiedenen Flüssigkeiten beim Übergang in den Gaszustand aufgenommen werden, sind sehr verschieden bei den verschiedenen Flüssigkeiten und in ihrer absoluten Größe von der Temperatur abhängig (Verdampfungswärme); sie sind bei Wasser z. B. sehr groß (536 Calorien), bei Äther relativ klein.

Erzwingt man das Sieden einer Flüssigkeit ohne äußere Wärmezufuhr, also durch Erniedrigung des auf der Flüssigkeit lastenden Druckes, so kühlt sie sich ab, indem ein Teil der Flüssigkeit verdampft und die hierzu nötige Wärme seiner Umgebung entnimmt, bis die dem neuen Dampfdruck entsprechende Temperatur erreicht ist („Verdunstungskälte“).

Das Vorhandensein solcher Beziehungen zwischen dem flüssigen, gasförmigen und festen Aggregatzustand könnte zu der Meinung führen, daß es möglich sei, durch passende Wahl der Druck- und Temperaturbedingungen jeden vergasbaren Stoff nach Belieben in fester, flüssiger oder gasförmiger Form zu erhalten, und diese Vermutung findet leicht durch eine Reihe von Experimenten ihre scheinbare Bestätigung. So läßt sich z. B. die schweflige Säure durch einfache Temperaturverminderung und das Chlor durch genügende Druckerhöhung verflüssigen, wie eine solche z. B. in der FARADAYschen Röhre sich leicht herstellen läßt (Exp.); und durch hohen Druck ist es möglich, auch die Kohlensäure zu verflüssigen und in solcher Form in den bekannten Stahlflaschen in den Handel zu bringen. Trotzdem ist obige Schlußfolgerung nicht ganz richtig.

Für alle vergasbaren Stoffe gibt es eine Temperatur, oberhalb der eine Verflüssigung nicht mehr eintritt, die sogenannte kritische Temperatur. Diese liegt z. B. für Kohlensäure bei 31°, für Wasser bei zirka 367°. Der Druck, den diese Flüssigkeiten bei dieser Temperatur ausüben, heißt der kritische Druck. Dieser ist meist sehr erheblich und beträgt, z. B. für die Kohlensäure 77 Atm. (Diese Erscheinung wird im Experiment gezeigt.)

Die Existenz einer solchen Temperatur hat nichts Befremdendes an sich, sobald man in das Wesen der Verdampfung einer Flüssigkeit tiefer eingedrungen ist. Man wird dann verstehen, daß es sich bei der kritischen Temperatur überhaupt nicht mehr um den Übergang einer Flüssigkeit in den Gaszustand handeln kann, da jenseits dieser Temperatur beide Zustände identisch sind.

Denken wir uns die Flüssigkeit wie das Gas, bestehend aus kleinsten Komplexen, aus Molekülen, so besteht die Verdampfung der Flüssigkeit im Austritt von Molekülen in den Dampfraum, und die Verflüssigung des Dampfes in dem Wiedereintritt von Molekülen in die Flüssigkeit. Beide Prozesse werden sich stets nebeneinander abspielen, doch so, daß mit steigender Temperatur die Bildung der Gasmoleküle, mit sinkender Temperatur die Bildung der Flüssigkeitsmoleküle in den Vordergrund tritt. Der Unterschied beider Molekülarten ist vor allem durch ihr verschiedenes Volum, ebenso wie derjenige der beiden Aggregatzustände durch ihre Dichte gekennzeichnet. Verdampft man in geschlossenem Gefäß z. B. Wasser, so wird mit steigender Temperatur der Zusammenhang der Flüssigkeitsmoleküle ständig kleiner, was sich an der Verminderung der Dichte der Flüssigkeit leicht verfolgen läßt. Die Dichte des Gases wird aber gleichzeitig immer größer, da immer mehr Moleküle aus der Flüssigkeit in den Gasraum übertreten und dadurch den größeren Dampfdruck der Flüssigkeit bedingen. Schließlich kommt der Punkt, wo Flüssigkeit und Gas gleiche Dichte zeigen müssen, der Zusammenhang der Moleküle in den beiden identisch wird; dies ist der kritische. Dieser Punkt läßt sich jedoch nicht genau beobachten, da sowohl die Flüssigkeit in dem Dampf, als auch der Dampf in der Flüssigkeit sich lösen, und die Folge davon ist, daß, ehe der kritische Punkt beobachtet wird, vollkommene Löslichkeit der beiden Aggregatzustände in-

einander stattfindet, und zwar zu einer Zeit, wo der oben definierte Punkt noch gar nicht erreicht ist.

Doch das sind physikalische Feinheiten; mir lag daran, zu zeigen, daß der kritische Zustand auf keine Besonderheit der Gase gegen den Temperaturfaktor zurückzuführen ist, sondern in dem Wesen der Aggregatzustände begründet ist.

Während nun die kritische Temperatur der Kohlensäure bei $+31^{\circ}$ liegt, gibt es eine Reihe von Gasen mit weit niedrigerer kritischer Temperatur (hierzu zählen vor allem Sauerstoff: -118° und Stickstoff: -146°), und die Erzeugung eben dieser tiefen Temperaturen macht zunächst die meisten Schwierigkeiten. Das Prinzip, nach welchem sich diese erzielen läßt, ist nach dem bisher Ausgeführten leicht zu verstehen. Es beruht auf dem Wechselspiele von Druck und Temperatur bei der Verflüssigung gasförmiger Stoffe und der Verdunstungskälte dieser, wenn sie darauf wieder verdampft werden. Komprimiert man z. B. gasförmiges Schwefeldioxyd durch hohen Druck, so wird, wenn wir diesen erniedrigen, ein Teil der durch den Druck erzeugten Flüssigkeit wieder verdampfen und den Rest bis auf seine Siedetemperatur abkühlen. Die Wahl dieser haben wir, wie aus den früheren Ausführungen ersichtlich, innerhalb weiter Grenzen in der Hand, indem diese ja nur von dem Druck abhängt, unter dem wir die Flüssigkeit verdampfen lassen. So können wir bis zu zirka -40° gelangen. Ähnliches gilt für Kohlendioxyd, welches unter gewöhnlichem Druck bei -80° siedet und erlaubt, bis unter -120° herunterzugehen.

Damit sind nun alle Bedingungen gegeben, um jedes beliebige Gas verflüssigen zu können. Wir gehen von einem Gas aus, das sich durch Druck bei gewöhnlicher Temperatur verflüssigen läßt, verflüssigen dieses und benutzen dann dessen Verdunstungskälte, um ein anderes Gas von entsprechend niedrigerer, kritischer Temperatur in den flüssigen Zustand überzuführen.

So verfuhr auch PICTET, der zuerst die Verflüssigung des Sauerstoffes und Stickstoffes (Bild) erreicht hatte.

Gleichzeitig mit PICTET gelang es aber auch CAILLETET, den Sauerstoff und Stickstoff zu verflüssigen, jedoch unter Anwendung eines ganz anderen Prinzips. CAILLETET benutzte zur Erzeugung der tiefen Temperatur nicht die Verdunstungskälte einer verdampfenden Flüssigkeit, sondern die Kälte, welche auftritt, wenn man ein komprimiertes Gas sich unter Arbeitsleistung rasch entspannen läßt. Er setzte seinen in flüssiger CO_2 vorgekühlten Sauerstoff in einer Bombe unter außerordentlich hohem Druck und ließ ihn dann in die Luft hinein rasch ausströmen, wobei er sich weiter stark abkühlte, so daß sich ein kleiner Teil desselben auf Kosten des größeren verflüssigte. Da dies Prinzip der Abkühlung allen modernen Luftverflüssigungseinrichtungen zugrunde liegt, so ist es wohl nötig, sich auch hierfür den tieferen Grund erst klar zu machen.

Stellen wir uns ein Gas vor, als bestehend aus gradlinig sich hin und her bewegenden Molekülen, dann macht sich der Aufprall auf die es begrenzenden Wände nach außen hin geltend als Druck. Die Geschwindigkeit der Einzelmoleküle ist abhängig von der Temperatur, die Energie der Bewegung eines jeden von ihnen entspricht, wie für jeden andern bewegten Stoff, der Formel $\frac{1}{2} m g^2$, in welcher m die Masse der Moleküle, g deren Geschwindigkeit bedeutet, und welche in ihrer absoluten Größe von der Temperatur abhängt, aber auch ihrerseits wiederum die Temperatur des Gases bestimmt. Diese ist, da die Masse konstant bleibt, um so höher, je größer eben die Geschwindigkeit der Moleküle, und um so niedriger, je kleiner diese. Drücken wir nun ein Gas in einem durch einen Kolben verschlossenen Zylinder zusammen, so wird die Geschwindigkeit der auf den Kolben aufprallenden Moleküle um die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung des Kolbens vermehrt; die Folge hiervon ist eine Erhöhung der Temperatur des Gases. Ziehen wir aber den Kolben zurück, so wird infolge des Zurückweichens des Kolbens die Geschwindigkeit der auf den Kolben aufprallenden Gasmoleküle um die Größe vermindert, welche der Geschwindigkeit des Kolbens entspricht; es kühlt sich ab.

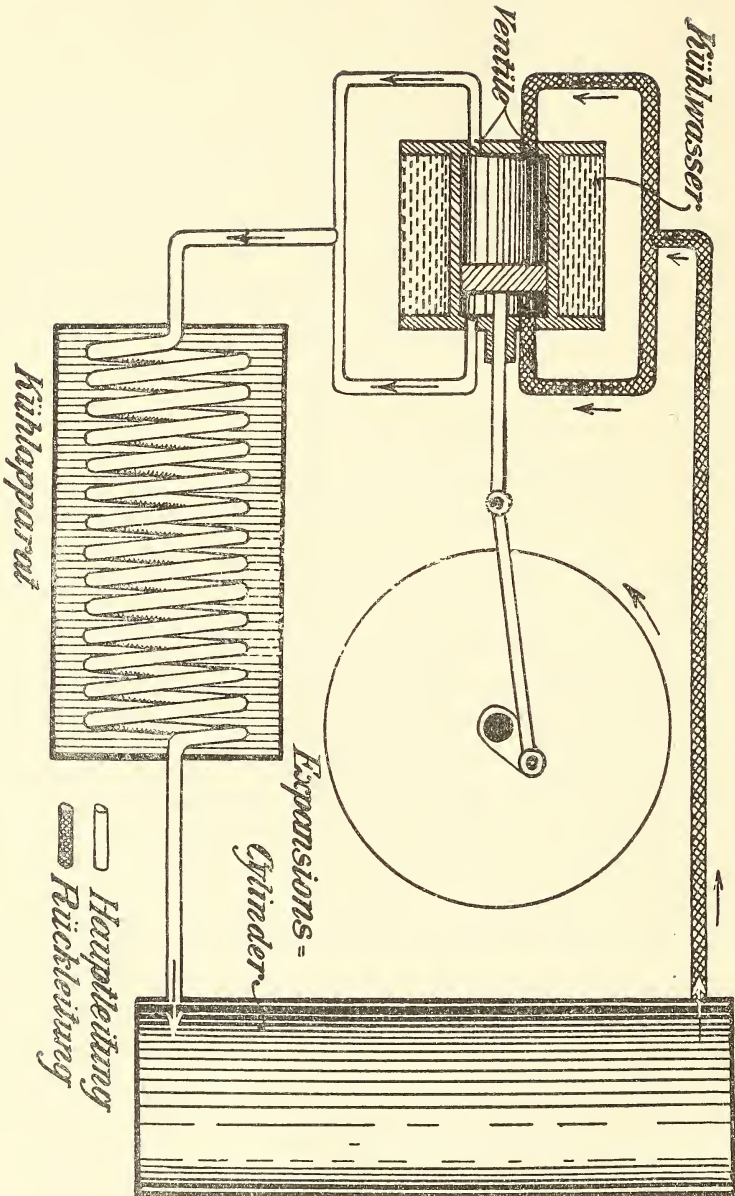


Abb. 1. Kältemaschine älterer Konstruktion nach CALLET's Prinzip.

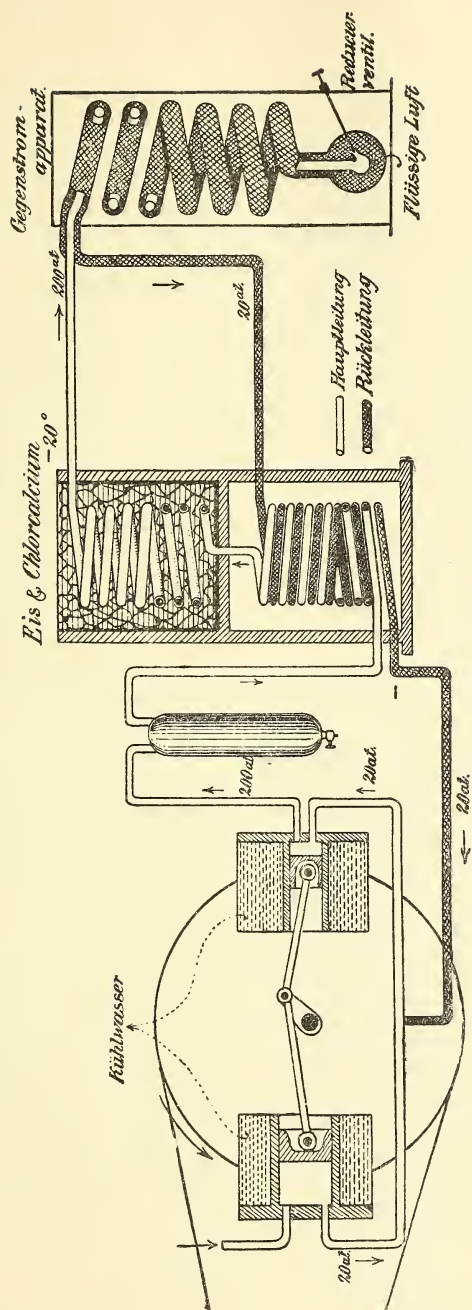


Abb. 2. Apparat zur Luftverflüssigung von LINDE.

Hierauf basiert die Konstruktion der ersten Kältemaschinen, deren eine (Abb. 1) durch vorstehende Zeichnung schematisch dargestellt sein mag. Sie besteht einerseits aus einem Kompressor und einem Kühlapparat für das komprimierte Gas, anderseits einem Expansionszylinder, in welchem letzterem durch Ansaugen des Kompressors das komprimierte Gas wieder zur Expansion gebracht wird.

WERNER VON SIEMENS gab 1857 dem Gedanken Ausdruck, daß es möglich sein müßte, durch Ersatz des Expansionszylinders durch einen sogenannten „Wärmeaustauscher“, in dem das komprimierte Gas vor seiner Expansion durch das wegströmende, bereits expandierte abgekühlt wurde, einen verstärkten Effekt der Abkühlung zu erzielen. Einen solchen Wärmeaustauscher enthält nun sowohl der Apparat von LINDE zur Luftverflüssigung, wie auch derjenige von HAMPSON. Der erstere mag an der Hand vorstehender Zeichnung (Abb. 2) erläutert, der letztere in Natur vorgeführt werden.

LINDES Maschine besteht also einerseits aus dem Kompressor mit Kühlvorrichtung zur Ableitung der durch die Kompression der Luft erzeugten Wärme, anderseits dem sogenannten Gegenstromapparat, welcher das wesentlichste Stück der Maschine bildet. Er enthält zwei ineinander geschobene, mehrere 100 m lange Spiralen, deren innere die auf zirka 200 Atmosphären komprimierte Luft zuführt, während die äußere die auf 20 Atmosphären expandierte, stark abgekühlte Luft wieder zum Kompressor zurückbringt. Beide Spiralen stehen durch das Reduzierventil miteinander in Verbindung, welches den Druckabfall von 200 auf 20 Atmosphären zu regulieren gestattet. Indem die expandierte kalte Luft alle Wärme der in der inneren Spirale ihr entgegenströmenden, komprimierten Luft entzieht und dann immer noch ziemlich kühl in den Kompressor zurücktritt, wird der Kreisprozeß vervollständigt, welcher im Gegenstromapparat successive zu immer tieferen Temperaturen führt, bis endlich bei -193° deren Verflüssigung eintritt. Auf diese Weise ist nur diejenige Arbeitsleistung nötig, welche zur Deckung der unvermeidlichen Verluste verbraucht wird.

HAMPSON's Apparat ist im Prinzip demjenigen von LINDE völlig analog. Der Gegenstromapparat nützt die erzeugte Kälte etwas vollkommener aus und verlangt daher keine besondere Vorkühlung des zugeführten komprimierten Gases (Bild projiziert).

Die flüssige Luft ist leicht bläulich gefärbt und besteht aus rund 50—60 % Sauerstoff und zirka 40 % Stickstoff. Die flüssige Luft muß, wie es nach den vorstehenden Erörterungen eigentlich selbstverständlich wäre, diejenige Temperatur zeigen, die dem Siedepunkt des jeweiligen Gemisches ihrer Bestandteile bei Atmosphärendruck entspricht, d. h. — 185° bis — 195° . Jede Wärmezufuhr bedingt deren Verdampfung und sie bleibt in einer Umgebung von gewöhnlicher Temperatur nur deshalb flüssig, weil entsprechend der zugeführten Wärme ständig ein Teil der Flüssigkeit verdampft und die dadurch erzeugte Verdunstungskälte den Rest vor Verdampfung bewahrt. Daher ist es von höchster Bedeutung, daß die Wärmezufuhr zu der flüssigen Luft auf ein Minimum beschränkt wird, und dies geschieht, sei es durch Einpacken der sie enthaltenden Gefäße in Wolle oder Eiderdaunen oder ähnliche Materialien, sei es durch Verwendung der sogenannten WEINHOLDSchen Gefäße (Exp.).

Die Messung der Temperatur der flüssigen Luft hat der Schwierigkeiten halber, die damit verknüpft sind, ganz besonderes Interesse. Sie mag geschehen vermittels des sogenannten Gasthermometers oder auf elektrischem Wege, oder mit gewöhnlichen Thermometern, die mit Petroläther an Stelle von Quecksilber gefüllt sind (Exp.).

Die Verwendung der flüssigen Luft ist nun vor allem nach zwei Richtungen hin möglich, als Kühlmittel oder als Sauerstoff liefernde Substanz.

Flüssige Luft als Kühlmittel.

Quecksilber, Äther, Alkohol, in dünnere Reagenzgläser gebracht, erstarren alsbald. Das Quecksilber läßt sich hämmern und zu mancherlei hübschen Versuchen benutzen (Exp.). Alkohol wird erst zähflüssig, wie Glyzerin, und bildet dann eine amorphe, glasige Masse (Exp.). Äther krystallisiert (Exp.).

Die Temperaturniedrigung, welche die verschiedenen Dinge in flüssiger Luft erleiden, bedingt ganz allgemein eine Kontraktion derselben, eine Vermehrung ihrer Dichte. Da die meisten aber in ihrem innersten Aufbau der raschen Abkühlung nicht folgen können, so beobachten wir häufig als Folge der plötzlichen Abkühlung Erscheinungen, wie wir sie auch sonst an rasch abgekühlten Materialien beobachten mögen; die bekanntesten Beispiele für das Verhalten derartig rasch abgekühlter Substanzen sind die sogenannten Glastränen, welche beim einfachen Anritzen in 1000 Splitter zerspringen (Exp.). Ein ähnliches Verhalten zeigen in flüssiger Luft z. B. weicher Gummischlauch, Bindfaden, oder Blumen usw.; diese Stoffe werden in flüssiger Luft so hart und spröde, daß sie sich pulvern lassen (Exp.). Ähnlich wie Gummischlauch verhält sich z. B. auch Fleisch (Exp.).

Aber nicht nur die mechanischen Eigenschaften, auch deren akustische, optische, elektrische und chemische werden sich ändern. Der tiefere Grund dafür liegt natürlich immer wieder in der Änderung des molekularen Zusammenhanges der in Frage kommenden Stoffe. So wird z. B. das weiche Blei zu einem klingenden Metall (Exp.). Farbige Stoffe, wie Quecksilberjodid, Kaliumdichromat und Schwefel, werden infolge der Änderung ihres innersten Gefüges hellrosa und hellgelb, bezw. farblos (Exp.). Der Widerstand der Metalle gegen den elektrischen Strom wird bei dieser tiefen Temperatur auffallend klein (Exp.).

Jede Erscheinung, die einen Temperaturkoeffizienten aufweist, wird durch die tiefe Temperatur in sichtbarem Maße beeinflußt und mag Gelegenheit geben zu Versuchen, wie sie hier vorgeführt wurden.

Für die Chemie ist die tiefe Temperatur der flüssigen Luft ganz besonders wertvoll beim Arbeiten mit gasförmigen Stoffen. Wie soll man diese greifen, um sie zu reinigen oder sie zu untersuchen? Die tiefe Temperatur der flüssigen Luft erlaubt uns, die meisten in flüssige oder feste Form zu bringen, und so die leichter flüchtigen von den schwerer flüchtigen, und umgekehrt, zu trennen. So werden Gase, wie Ammoniak, Salzsäure, Chlor, Kohlensäure, (Exp.) in flüssiger Luft ohne weiteres fest; besonders hübsch ist der Versuch beim Acetylen, welches dabei zu einer dem Kampfer ähnlichen Masse erstarrt und angezündet einer Kerze gleich verbrennt (Exp.). Ein hübscher Versuch ist auch die Entleuchtung von Leuchtgas, bei der der leicht flüchtige Wasserstoff von den schwerer flüchtigen Bestandteilen des Leuchtgases getrennt wird, die dessen Leuchten bedingen (Exp.). Gar manche schöne Erfolge auf diesem Gebiete hat unsere Wissenschaft dem bequemen Arbeiten mit flüssiger Luft zu verdanken; unsere Kenntnisse bezüglich der Verbindungs- und Valenzmöglichkeiten der Elemente sind dadurch erheblich gefördert worden.

Manche Elemente, die wir bei gewöhnlicher Temperatur zu den reaktionsfähigsten zählen, zeigen eine bemerkenswerte Indifferenz bei der Temperatur der flüssigen Luft. So z. B. brennt fester Alkohol nicht mehr; und während sich Brom und Kalium bei gewöhnlicher Temperatur unter Explosion vereinen, ist in flüssiger Luft eine Reaktion nicht mehr zu erzielen. (Exp.) Derartige Experimente ließen sich in mannigfacher Weise anstellen; wollte man aber behaupten, daß bei genannter tiefer Temperatur schließlich alle chemischen Reaktionen zum Stillstand kommen, so würde man damit über die Wahrheit weit hinaus schießen. Manche Reaktionen, so z. B. diejenige zwischen Wasserstoff und Fluor, treten bei noch weit tieferer Temperatur ein, z. B. bei derjenigen des flüssigen Wasserstoffes von -255° , einer Temperatur, die wiederum nur Dank der bequemen Zugänglichkeit der flüssigen Luft zu erzielen ist. Doch hierauf heute einzugehen, würde zu weit führen.

Es bleibt nur noch übrig, mit wenigen Worten die Verwendung der flüssigen Luft als Sauerstoff liefernde Substanz zu beleuchten.

Flüssige Luft als Sauerstoff gebende Substanz.

Kommt die flüssige Luft aus LINDES oder HAMPSONS Maschine, so enthält sie zirka 50 % Sauerstoff. Dieser Gehalt läßt sich durch kleine Modifikationen an der Maschine erheblich steigern, so daß man 80 bis 90 % Sauerstoff erhält (Bild).

Die Bedeutung, welche eine billige Darstellung des Sauerstoffes aus der Luft für alle Industrien haben kann, wird ohne weiteres in die Augen springen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß bei allen Verbrennungsprozessen ein großer Teil der erzeugten Wärme lediglich dazu verbraucht wird, die 80 % N zu erwärmen, welche der Luftsauerstoff mit sich bringt. Auf die Einzelheiten dieser Verwendbarkeit unserer flüssigen Luft hier einzugehen, ist nicht der Zweck des Vortrages. Mit Sicherheit ist die Verwertung des Sauerstoffes aus flüssiger Luft für bestimmte Verfahren unserer Industrie nicht bekannt geworden, und etwas darüber zu sagen, wäre daher eitle Spekulation.

Zu welch interessanten Experimenten die sauerstoffreiche, flüssige Luft Veranlassung geben kann, zeigt der Versuch, wenn man einen brennenden Spahn in die Flüssigkeit eintaucht; er wird trotz der tiefen Temperatur infolge der hohen Sauerstoffkonzentration so intensiv verbrennen, als ob er in reinem Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur verbrennen würde (Exp.). Auch für Explosionszwecke ist solch sauerstoffreiche, flüssige Luft schon empfohlen worden. Von ihrer Wirkung nach dieser Richtung hin kann man sich überzeugen, wenn man eine Papierhülse lose mit Watte und Holzkohlepulver füllt, mit wenig Petroleum befeuchtet und dann mit flüssiger Luft tränkt, zustopft und entzündet; eine kräftige Explosion wird die Folge sein (Exp.). Für die Praxis kann aber ein Explosionsstoff von derart unbestimmbarer Wirkung kaum in Frage kommen.

2. Sitzung am 1. Februar 1905.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, begrüßt die Versammlung und überreicht eine der Gesellschaft dedizierte Plakette zur Erinnerung an das 200jährige Jubiläum der Akademie der Wissenschaften in Berlin. Herr Professor MOMBER teilt dann mit, daß Herr RUDOLF ZABEL-Berlin am 20. Februar im Festsale des „Danziger Hofes“ über „Zur Kriegszeit in Japan und Korea“ einen Vortrag für die Mitglieder, deren Damen und Gäste halten wird, und legt drei Abhandlungen des Herrn Dr. PINKUS vor, welche dieser der Gesellschaft überreicht hat. Herr Oberregierungsrat BECK liest eine Zeitungsnotiz über einen großen Sonnenfleck vor, der augenblicklich gut sichtbar ist, und berichtet über eigene Beobachtungen an diesem Flecke. Herr Professor BAIL legt eine Photographie vom Hausschwamm vor.

Darauf hält Herr Medizinalassessor HILDEBRAND einen durch zahlreiche Demonstrationen erläuterten Vortrag „Über den Hausschwamm“.

Im Anschluß an diesen Vortrag warnt Herr Oberlehrer Dr. LAKOWITZ vor Verwendung alten Bauschutts bei der Anlage neuer Häuser, um die Entwicklung des Hausschwamms zu vermeiden.

3. Sitzung am 1. März 1905.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, teilt der Versammlung mit, daß Herr Landgerichtsrat HESEKIEL gestorben ist, widmet ihm einen warm empfundenen Nachruf als treuem Mitgliede und unermüdlichem Berater der Gesellschaft und fordert die Versammlung auf, sich zu Ehren des Verstorbenen von den Plätzen zu erheben. Herr Professor MOMBER legt dann ein Dankschreiben des Herrn Geheimrat MOEBIUS für die Glückwünsche der Gesellschaft anläßlich seines 80. Geburtstages vor, ferner die inzwischen neu eingegangenen Werke, darunter den 20. Neuguinea-Kalender, außerdem eine Einladung des

Vorstandes des Allgemeinen Deutschen Sprachvereins zu einem Vortrag des Herrn Dr. GÜNTHER Saalfeld: „Zu Schillers Gedächtnis“.

Herr Professor MOMBER begrüßt dann S. Magnifizenz, den Rektor der Hochschule, Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. VON MANGOLDT. Dieser hält darauf einen durch Projektionsbilder erläuterten Vortrag über: „Neuere Anschauungen über das Wesen der Elektrizität“.

Die aus dem Altertum stammende Lehre von der atomistischen Struktur der Materie hat in neuerer Zeit dadurch eine Ausgestaltung erfahren, daß man sich sowohl in der Physik wie in der Chemie die Atome und Moleküle mit Kräften ausgestattet dachte, die sie aus der Ferne aufeinander ausüben. Zur Erklärung der Erscheinungen ist man genötigt, neben der allgemeinen Gravitation auch noch andere Fernkräfte anzunehmen, die von der Gravitation namentlich darin abweichen, daß sie in allen noch mit dem Auge wahrnehmbaren Entfernungen ganz unmerklich sind, aber bei noch kleineren Abständen zu sehr beträchtlicher Größe ansteigen vermögen.

In der Chemie spielen neben Fernkräften, die von den Atomen gleichmäßig nach allen Seiten ausgehen, auch solche Kräfte eine Rolle, von denen man sich vorstellt, daß sie nur von einzelnen Stellen eines Atoms ausgesandt werden. Beispielsweise nimmt man an, daß am Wasserstoffatom nur eine Stelle vorhanden sei, von der diejenigen Kräfte ausgehen, die bei der Bildung chemischer Verbindungen in Wirksamkeit treten, und daß das Wasserstoffatom sich nur mit dieser einen Stelle an ein anderes Atom anlagern könne.

Dem Kohlenstoffatom schreibt man auf Grund einer sehr großen Fülle von Erfahrungstatsachen vier derartig chemisch wirksame Stellen oder „Valenzen“ zu.

Mit Hilfe dieser Vorstellungen gelingt es der sogenannten Strukturchemie, manche Beobachtungen zu erklären, die sonst überaus wunderbar und überraschend erscheinen.

Der Vortragende erläutert dies mit Hilfe von Modellen an dem Beispiel der Zusammensetzung der Moleküle der Maläin- und der Fumarsäure.

Über die Frage nach der Größe der Moleküle hat die kinetische Gastheorie wenigstens einige Auskunft gegeben. In dieser Theorie vergleicht man ein Gas mit einem Schwarm vollkommen elastischer Kugeln, die mit den verschiedenartigsten Geschwindigkeiten durcheinander fahren. Man kann dann die Frage aufwerfen, wie groß und wie schwer diese Kugeln und wie groß im Mittel ihre Anzahl im Kubikzentimeter und ihre Geschwindigkeit sein müssen, damit der Schwarm ähnliche Eigenschaften habe, wie ein gegebenes Gas. Dies sind aber Fragen, die eine mathematische Behandlung zulassen. Man kommt zu dem Ergebnis, daß der Durchmesser der Kugeln, mit denen man die Moleküle des Gases vergleicht, auf einen Bruchteil eines Milliontel Millimeters zu schätzen ist.

Auch der Elektrizität schreibt man neuerdings eine atomistische Struktur zu. Vor allem haben hierzu diejenigen Erfahrungen geführt, die man bei der genaueren Untersuchung der Kathodenstrahlen und der von den radioaktiven Stoffen ausgesandten Strahlen gemacht hat.

Die 1869 zuerst von HITORF näher beschriebenen und untersuchten Kathodenstrahlen haben sich deswegen verhältnismäßig lange der Beobachtung entziehen können, weil sie beim Durchgang elektrischer Entladungen durch eine GEISSLERSche Röhre erst dann eine genügende Reinheit erhalten, wenn der Druck des Gases in der Röhre auf ungefähr $\frac{1}{100}$ mm Quecksilber herabgebracht ist.

Ihre Deutung bot anfänglich große Schwierigkeiten. Jedoch ließen die Beobachtungen bald keinen Zweifel mehr darüber, daß es sich bei den Kathodenstrahlen um eine schnelle Bewegung negativer Elektrizität in der Richtung der Strahlen handele. Es zeigte sich, daß die Kathodenstrahlen durch elektrische und magnetische Kräfte genau so aus ihrer Richtung abgelenkt wurden, wie es bei dieser Annahme zu erwarten war. Besonders überzeugend wirkte aber die von LENARD gemachte Beobachtung, daß die Kathodenstrahlen auch, nachdem sie durch ein zur Erde abgeleitetes Aluminiumblättchen gegangen waren, die Fähigkeit be-

hielten, Körpern, auf welche sie aufstießen, eine negative Ladung mitzuteilen. Und die in den Kathodenstrahlen bewegte Elektrizität mußte man sich notwendig auf äußerst kleine, durch verhältnismäßig weite Zwischenräume getrennte Körperchen verteilt denken, denn es zeigte sich, daß Kathodenstrahlen verschiedener Richtung ohne gegenseitige Störung durcheinander hindurchzugehen vermögen, was bei einer anderen Annahme nichtmöglich wäre.

Für die in den Kathodenstrahlen bewegten Körperchen kam bald die Bezeichnung „Elektronen“ in Aufnahme. Die Ansicht der Physiker geht heute dahin, daß diese Elektronen die Elemente dessen bilden, was wir Elektrizität nennen, und daß sie gänzlich anderer Art sind wie die Atome der ponderablen Materie. Von dieser unterscheiden sie sich erstens durch ihre sehr viel geringere Größe, zweitens durch die sehr viel größeren, der Lichtgeschwindigkeit nahekommenden Geschwindigkeiten, die bei ihren Bewegungen vorkommen, und drittens dadurch, daß sie keine Schwere haben, also der allgemeinen NEWTONschen Gravitation nicht unterworfen sind. Dazu kommt endlich viertens noch der Umstand, daß die Elektronen nicht mit unmittelbar in die Ferne wirkenden Kräften ausgestattet sind, sondern nur durch Vermittelung des sogenannten Lichtäthers aufeinander wirken.

Diesem Äther wird in der Elektronentheorie eine vollkommen lückenlose Raumerfüllung zugeschrieben, so daß Äther auch im Innern der Atome und der Elektronen vorhanden ist. Der Äther gilt ferner als absolut starr, so daß seine Teile niemals irgendwelche Bewegungen gegeneinander ausführen. Dies hat zur Folge, daß man die im Äther auftretenden Zustände elektrischer und magnetischer Erregung nicht mehr als Spannungszustände in einem zwar festen, aber doch elastischen Körper erklären kann. Man weiß von diesen Erregungszuständen nur, daß sie sich geometrisch durch gerichtete Strecken, sogenannte „Vektoren“, darstellen lassen, man weiß ferner, daß und wie sie durch die Anwesenheit und die Bewegungen der Elektronen hervorgerufen werden, und wie sie andererseits auf die Elektronen zurückwirken, muß aber zurzeit noch darauf verzichten, sich von der eigentlichen Natur jener Erregungszustände ein genaueres Bild zu machen.

Da sowohl die elektrischen als die magnetischen Erregungen des Äthers sich nach dem Parallelogrammgesetz zusammensetzen, ist es keine müßige Spekulation, zu untersuchen, in welcher Weise ein einziges Elektron den Äther erregen würde, wenn es in diesem ganz allein vorhanden wäre.

Durch Lichtbilder wurden hierauf die von einem einzigen Elektron, im Zustand der Ruhe und der Bewegung erzeugten elektromagnetischen Felder veranschaulicht, und dabei zugleich die mit den Bewegungen der Elektronen verbundene Energiestrahlung und die Entstehung der RÖNTGENstrahlen besprochen.

4. Sitzung am 22. März 1905.

Der Direktor begrüßt die Versammlung. Darauf hält Herr Oberlehrer Dr. DAHMS einen Vortrag über das Thema: „Einige Vorgänge bei ungewöhnlicher Temperatur“.

Die alte Einteilung der Körper in feste, flüssige und gasförmige hat seit längerer Zeit nicht mehr allen Anforderungen genügen können. Übergänge zwischen den verschiedenen Körpergruppen haben sich um so mehr gezeigt, seit man von „festen Lösungen“ und von „plastischen, fließenden und flüssigen Kristallen“ sprechen konnte. Andererseits ergab das eingehende Studium der elektrolytischen Dissoziation, daß für Flüssigkeiten und Gase entsprechende Gesetzmäßigkeiten bestehen.

In den letzten Jahren sind die Beziehungen zwischen den Molekülen mehr und mehr aufgeklärt worden, so daß man sogar fragen durfte, ob wesentliche Eigentümlichkeiten der flüssigen und gasförmigen Körper sich auch bei den festen in mehr oder weniger geschwächtem Maße vorfinden.

Die Kraft der Kohäsion tritt ebenso zwischen den Teilchen eines festen Körpers, wie zwischen den Tropfen eines flüssigen auf, sobald sie sich tatsächlich berühren. Sobald dieser

Fall eintritt, verschmelzen sie zu einem Stück. Diese Vereinigung von festen Körperteilchen findet nicht bei allen Stoffen mit gleicher Leichtigkeit statt. Besonders bei einem Mangel an innerem Widerstande geht die Vereinigung infolge einer eintretenden Knetung vollkommen und glatt vor sich.

SPRING hat bereits früher nachgewiesen, daß durch ein solches Kneten unter Druck nicht nur Teilchen desselben Körpers vereint werden können; verschiedene Metalle bilden unter diesen Verhältnissen Legierungen, Metalle und Metalloide sogar chemische Verbindungen. Zwischen festen und flüssigen Körpern besteht also kein großer Unterschied, und, wie die Untersuchungen über die kritische Temperatur zeigen, ebensowenig zwischen den flüssigen und gasförmigen. Die drei Aggregatzustände sind also nur die äußersten Grade einer mittleren Form.

Nach der gegenwärtig allgemein anerkannten Gastheorie zeichnet sich der Gaszustand durch die wechselseitige Unabhängigkeit der Molekeln aus. Diese fliegen geradlinig vorwärts, bis ein Hindernis ihre Flugbahn unterbricht. Ihre Geschwindigkeit nimmt mit der Temperatur des Gases zu, aber sie ist nicht bei allen Teilchen dieselbe. Da sie nämlich untereinander Stöße austauschen und empfangen, bewegen sie sich teils langsamer und teils rascher. In ein und demselben Gase befinden sich also zu gleicher Zeit wärmere und kältere Molekeln, während das Thermometer nur ihre mittlere Temperatur, nie die äußersten Werte angibt.

Wenn nun die Aggregatzustände hinsichtlich ihrer Eigenschaften bis zu einem gewissen Punkte ineinander übergehen, so kann die eben erwähnte Hypothese auch auf den festen Zustand angewendet werden. Es wäre also zu vermuten, daß die Molekeln sich auch in der festen Masse mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen können. Dann müssen bei Zunahme der Temperatur die Bewegungen sich so weit beschleunigen können, daß sie die Temperatur des Schmelzpunktes besitzen; die Molekeln mit dieser größeren Geschwindigkeit würden dann solchen des flüssigen Zustandes entsprechen. Da die Geschwindigkeit aber dort am größten sein wird, wo sie das größte Feld für ihre Bewegungen finden, so muß die Körperoberfläche die größte Weichheit haben, da hier große Seitenschwingungen von den kleinen Teilchen ausgeführt werden können.

Wie der Versuch ergibt, verschmelzen tatsächlich Körper von demselben oder von verschiedenen Stoffe bei der Berührung ohne Anwendung von Druck. Die Vereinigung beginnt mit der Temperatur, bei welcher solche molekulare Bewegungen auftreten, die dem geschmolzenen Zustande des Körpers entsprechen. Die verwendeten Metalle erhielten ebene Flächen, wurden mit diesen aufeinander gelegt und in einem Ofen erwärmt, um den Vorgang zu beschleunigen. Dabei wurde die Temperatur immer tief unter dem Schmelzpunkte der Metalle gehalten, Platin z. B. 1600 Gr., Gold und Kupfer etwa 800 Gr., die leicht schmelzbaren etwa 200 Gr. unter ihm. Metallstücke aus demselben Stoffe zeigten sich nachher derartig verschmolzen, daß man ihre Verbindungsstelle nicht mehr wahrnehmen konnte, verschiedenartige Metalle legierten sich um so tiefer, je geschmeidiger sie waren. — Eine praktische Verwendung hat HOF bereits von den Experimenten SPRINGS gemacht; es gelang ihm, aus Spänen des viel verwendeten, weißen Lagermetalls mittelst eines Druckes von 50000 Kilogramm Preßstücke herzustellen, die dichter, widerstandsfähiger und billiger waren, als die durch Guß erhaltenen.

Die Molekeln an der Oberfläche eines Körpers können ihre Geschwindigkeit aber auch derart steigern, daß sie sich wie gasförmige verhalten. Auch diese Tatsache läßt sich durch den Versuch bestätigen.

Eine solche Vergasung unterhalb des Schmelzpunktes zeigt sich auch beim „Fortfrieren“ des Schnees und beim „Verdampfen“ des Quecksilbers bei gewöhnlicher Temperatur; ähnliche Erscheinungen fand auch MOISSAN am Schwefel, als er das Wasser der Quelle Borden bei Luchon untersuchte. Er bestätigte damit eine Entdeckung, die BUNSEN bereits im Jahre 1853 gemacht hatte, daß nämlich Schwefel, dessen Siedepunkt bei $+445$ Gr. liegt, von Wasserdämpfen in Gasform fortgeführt werde.

Bei gewöhnlicher Temperatur besitzt Wasser aber nicht nur die Eigenschaften von Wasserdampf, es ist sogar bis zu einem gewissen Grade immer in Knallgas gespalten, wie Versuche von MORITZ TRAUBE und anderen zeigen.

Man kennt jetzt eine weit ausgedehnte Wärmeskala, die mit der Temperatur des festen Wasserstoffes beginnt und bis zu der des elektrischen Ofens emporsteigt. Nach ZENGHELS vermag man jetzt auch auf rein chemischem Wege solche Hitzegrade zu erzeugen, wie man sie früher nur mit Hilfe des elektrischen Flammenbogens hervorrufen konnte. Andererseits kann man seit der Darstellung der sogenannten flüssigen Kohlensäure im Großen verhältnismäßig leicht Kältemischungen von recht tiefer Temperatur erhalten. Freilich ist es notwendig, dabei DEWARsche Gefäße zu verwenden, doch kommt man leicht bei Durchleitung eines vorgekühlten Luftstromes bis auf -110 Gr. Celsius.

Mit der Zunahme der Kälte werden die Körper immer dichter, die chemische Umsetzung zwischen verschiedenen Körpern verlangsamt sich mehr und mehr und scheint schließlich ganz aufzuhören. Tiefe Kältegrade sind für niedere Organismen weniger gefährlich, als mäßig hohe. MACFADYEN gelang es, verschiedene Bakterien sechs Monate lang einer Kälte von 200 Gr. auszusetzen, ohne daß sie dadurch geschädigt worden wären. Auch Samen, der 100 Stunden lang in flüssiger Luft gefroren gehalten wurde, zeigte sich nicht merklich verändert. Es hatte sich freilich eine gewisse Trägheit des Protoplasmas eingestellt, doch davon erholten sie sich bald, um ebenso gut wie andere zu keimen.

Wie bereits BERZELIUS mitteilt, vermag Schwefel unterhalb seiner Entzündungstemperatur zu phosphoreszieren. Später fand man, daß diese Erscheinung bei ungefähr 180 Gr. einsetze. Es entsteht eine im Dunkeln deutlich sichtbare, bläulich-grauweiße Flamme, die freilich Papier nicht bräunen, den hineingehaltenen Finger nicht verletzen und das Quecksilber im Thermometer nicht wesentlich in die Höhe treiben kann. — Für die Verbrennungerscheinungen beim Schwefel hat sich dann auch MOISSAN interessiert. Er wußte zuerst genau zu ermitteln, daß die Entzündungstemperatur bei 282 Gr. liege, wenn die Erhitzung unter einer Atmosphäre von Kohlendioxyd bei Zuleitung von Sauerstoff stattfand. Wird statt des Sauerstoffes atmosphärische Luft verwendet, so steigt der Entzündungspunkt, und zwar besonders dann, wenn der Luft Schwefeldioxyd beigemengt war. Da bereits bei ungefähr 220 Gr. ein Sauerstoffstrom, der über geschmolzenen Schwefel geleitet wurde, in bemerkenswerter Menge Schwefeldioxyd entstehen ließ, so wurde nach eigenartigen Methoden gesucht, bei welcher Temperatur eine solche Verbrennung denn überhaupt beginnen könne. Es zeigte sich, daß sie schon bei 20 Gr. stattfindet, freilich waren die entstandenen Mengen des Verbrennungsproduktes so klein, daß man längere Zeit warten mußte, bis die angehäuften Menge des Dioxyds zum Nachweis genügte. — Ähnliche Untersuchungen sind über die langsame Verbrennung des Kohlenstoffes angestellt worden. Bei der Steinkohle beginnt die langsame Verbrennung sogar schon beim Lagern im Keller. Wird die entstehende Wärme nicht fortgeleitet, so vermag sie sich sogar bis zur Selbstentzündung aufzuspeichern. Am berühmtesten ist in dieser Hinsicht das „tiefe“ Planitzer Kohlenflötz, das seit Jahrhunderten der Sitz solcher Brände gewesen ist. Die Einwirkung auf das Nebengestein deutet Temperaturen an, die denen in einem Porzellanofen entsprechen würden. Zur Winterszeit soll die Erdoberfläche hier im üppigsten Grün geprängt und den frierenden Vögeln einen willkommenen Unterschlupf gewährt haben. Die mit den Verbrennungsgasen hervorbrechenden Dämpfe besaßen eine Temperatur von ungefähr 88 Gr. C. Das Nachlassen des unterirdischen Brandes hat die angelegten, großartigen Anlagen eingehen lassen. Die Palmhäuser, die Warmwasserbassins mit *Victoria regia* und die Ananaszucht haben einer gewöhnlichen Gärtnerei Platz machen müssen. Nur die aus den abgebauten Flözteilen hervortretenden warmen Wasser erinnern noch an die gewaltige Wärmequelle früherer Zeiten.

Während die Verbrennung der Nahrungsmittel außerhalb unseres Körpers nur langsam vor sich geht, verläuft sie in verhältnismäßig kurzer Zeit vollständig in unserem Innern. Neben der Bildung von Superoxyden sind hier als tätige Faktoren die vorhandenen Metallsalze mit ihren katalytischen Wirkungen und die Oxydationsfermente zu verzeichnen. Da-

durch, daß die Diffusionsgeschwindigkeit der Zellsubstanz willkürlich geändert werden kann, geschieht es wohl vorzugsweise, daß Verbrennungen nur dort erfolgen, wo sie bei dem größten Gefälle der Konzentration die größte mechanische Arbeit liefern.

Nach den eigenartigen, von STRÜVER beschriebenen Erscheinungen, die sich zwischen Metallen und Schwefelerzen abspielen, gibt der Vortragende noch einen kurzen Überblick über das Wesen und die physikalische Erklärung der sogenannten Zinnpest, die bereits ARISTOTELES bekannt gewesen sein soll.

5. Sitzung am 5. April 1905.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, begrüßt die Versammlung. Herr Professor CONWENTZ teilt mit, daß der Deutsche Geographentag zu Pfingsten d. J. in Danzig stattfinden wird und fordert zur regen Teilnahme an den bei dieser Gelegenheit beabsichtigten reichen Veranstaltungen auf. Herr Professor MOMBER bemerkt dazu, daß am 2. Juni ein Begrüßungsabend zu Ehren der Geographen im „Danziger Hof“ stattfinden wird. Hierauf hält Herr Dr. ADOLF WALLENBERG einen Vortrag: „Über die Entwicklung des Gehörorganes in der Wirbeltierreihe“.

Die Sinnesorgane für die Aufnahme von Schalleindrücken entstehen bei Wirbeltieren aus der Umbildung eines Apparates, welcher ursprünglich zur Wahrnehmung von Lageveränderungen dient, schon bei wirbellosen Tieren vorhanden ist und eine Reihe gemeinschaftlicher Charaktere besitzt. Er bildet sich aus der äußeren Keimschicht, dem „Ektoderm“, entfernt sich in der Form von Bläschen oder Gruben mehr oder weniger von der Oberfläche des Körpers, steht mit dem Nervensystem in enger Verbindung und enthält zwei typische Formelemente: 1. mit Haaren oder Borsten versehene Zellen, und 2. Konkreme aus anorganischer Substanz, gewöhnlich aus Kalksalzen, sogenannte „Otolithen“ (Hörsteine). Die Haare werden durch die Strömungen, welche bei jedem Lagewechsel in dem flüssigen Inhalt der Hörgruben und Hörbläschen entstehen, nach verschiedenen Seiten, je nach der Bewegungsrichtung, hingedrängt und können dem Zentralnervensystem Nachrichten über Veränderungen des Gleichgewichts übermitteln; die Otolithen drücken auf die Haare, welche gerade unter ihnen liegen und ermöglichen so eine Wahrnehmung der jeweiligen Gleichgewichtslage. Gehörorgane treffen wir im Reiche der wirbellosen Tiere nur bei einigen Insekten (z. B. Grillen, Zikaden) an, welche selbst Töne hervorzubringen imstande sind. Sie bestehen aus Chitinhäutchen, die in Chitinrahmen über einer Ausbuchtung der Luftkanälchen (Tracheen) paukenförmig ausgespannt sind und ihre Schwingungen durch kolbenförmige, mit Spitzen versehene Nervenendorgane auf das Zentralnervensystem übertragen können. Auf den untersten Stufen der Wirbeltiere treffen wir nur Sinnesorgane für die jeweiligen statischen Zustände an. Zu beiden Seiten der Kopfanlage stülpt sich ein Teil des Ektoderms als Hörgrube ein und verwandelt sich durch Verschuß des ausführenden Kanals in ein mit Flüssigkeit gefülltes „Hörbläschen“, das mit den charakteristischen Haarzellen und Otolithen ausgestattet und von der knöchernen Wand des Schädels durch Hohlräume getrennt ist, die ebenfalls Flüssigkeit enthalten. Bei Myxinen (einfachst gebauten Fischen) buchtet sich ein Teil der Hörgrube zu einem halbkreisförmigen Kanal aus, dessen flüssiger Inhalt bei Bewegungen in der Richtung des Kanals den relativ stärksten Strömungen ausgesetzt ist und deshalb die denkbar günstigsten Chancen für die Wahrnehmung dieser Lageveränderungen auf dem Wege durch die Hörhaare und das Nervensystem besitzt. Bei Petromyzonten (Neunaugen) gesellt sich ein zweiter, bei Stören, Haien und Knochenfischen ein dritter halbkreisförmiger Kanal („Bogengang“) hinzu, so daß jetzt Empfindungen von Gleichgewichtsveränderungen nach allen Richtungen hin schon bei kleinsten Bewegungen ausgelöst werden. Erst von den Amphibien aufwärts entwickelt sich ein anderer Teil des Hörbläschens zu einem Organ für die Perzeption von Schallwellen, erhält eine eigene Verbindung mit dem Zentralnervensystem

und wächst bei Reptilien und Vögeln zu einem zungenförmigen Hohlraum aus, der bei Säugetieren sich spiralig dreht. Auf diese Weise entsteht der „Schneckenkanal“, welcher bei Menschen $2\frac{1}{2}$, bei Nagetieren 5 Windungen besitzt, Flüssigkeit enthält, oben und unten von ebenfalls mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräumen begrenzt ist. Der obere Hohlraum, die „Vorhofstreppe“, steht mit dem schalleitenden Apparat in enger Verbindung, dessen Spuren wir schon bei Knochenfischen begegnen. Sein Ursprung läßt sich auf einen mit dem Kiemenapparat verbundenen, noch bei Stören gut ausgebildeten Kanal zurückführen, der von der Mundhöhle zur Seitenwand des Kopfes führt, außen mit einem Knorpelventil versehen ist und den Namen „Spritzloch“ führt. Aus dem nach der Mundhöhle zu gelegenen Teile dieses Kanals entwickelt sich von den Amphibien aufwärts die „Ohrtrumpete“; der äußere Abschnitt wandelt sich in die Paukenhöhle, das Knorpelventil in das „Trommelfell“ um. Trommelfell und Hörblasenwand stehen bei Amphibien, Reptilien und Vögeln durch einen Hörknochen, die „Columella“, in Verbindung. Bei Säugern bildet sich die Columella zum inneren Hörknochen, dem „Steigbügel“, um, dem sich ein mittleres („Ambos“) und ein äußeres („Hammer“) zugesellen. Die Säugetiere besitzen außerdem noch besondere Schalltrichter für die bessere Zuleitung der Schallwellen (Ohrmuschel und äußerer Gehörgang). Die drei Gehörknöchelchen bilden einen Winkelhebel, durch den die Schallschwingungen des Trommelfelles auf den oberhalb des Schneckenkanals befindlichen, spiralförmigen Hohlraum, die „Vorhofstreppe“, auf die unterhalb des Schneckenkanals gelegene „Paukentreppe“ und auf den Inhalt des Schneckenkanals selbst übertragen werden. Die Unterwand des Schneckenkanals besitzt einen komplizierten Bau. Sie besteht aus einer glashellen, quergestreiften „Basalmembran“, die nach der Schneckenkuppel zu sich verbreitert, aus Haarzellen in ganz gesetzmäßiger Anordnung, aus einem Stützapparat für die Haarzellen, der unter anderem die „Corti'schen Bögen“ enthält (aus je zwei gekrümmten Pfeilern bestehende, torähnliche Bögen, deren Gesamtheit einen Tunnel bildet), ferner aus einer weichen „Deckmembran“, die von oben her als Dämpfer auf die Bewegungen der Haare zu wirken vermag, und aus Nervenfasern, die zwischen den Haarzellen endigen und als äußere Fortsätze denselben Ganglienzellen entstammen, deren Innenfortsätze den Hörnerv zusammensetzen. Der Vortragende demonstriert die beschriebenen Einrichtungen an makroskopischen und mikroskopischen Präparaten, schildert ihre Funktion, soweit sie bekannt ist, und schließt mit einer ausführlichen Kritik der von HELMHOLTZ und EWALD aufgestellten Erklärungsversuche für die wunderbare Tatsache, daß mehrere zu gleicher Zeit das Ohr treffende Töne gesonderte Empfindungen auslösen.

Darauf zeigte Herr Professor MOMBER mittels des Skioptikons der Gesellschaft das Lichtbild eines im Jahre 1903 in Zoppot photographisch aufgenommenen Kugelblitzes und einige Mondphotographien, die auf der Sternwarte der Gesellschaft hergestellt sind.

6. Sitzung am 3. Mai 1905.

Im Elektrotechnischen Institut der Hochschule.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, eröffnet die Sitzung und erteilt das Wort Herrn Professor Dr. RÖSSLER zu einem durch zahlreiche Experimente erläuterten Vortrage: „Über die Spannungserhöhung des Elektrizitätswerkes in Danzig“.

Für die Entstehung und das Verhalten eines elektrischen Stromes sind drei Größen von Bedeutung: 1. Die Stromstärke, d. i. die Elektrizitätsmenge, welche sekundlich durch einen Leiterquerschnitt strömt und in Analogie steht mit einer Wassermenge, die sekundlich an einer Stelle eines Flußbettes oder eines Rohres vorüberfließt, 2. die Spannung oder elektromotorische, d. h. die Elektrizität treibende Kraft, welche mit dem Druck verglichen werden kann, der das Wasser in jenem Rohre in Bewegung setzt, und 3. der Widerstand, welchen

Elektrizität und Wasser beim Durchfluß in ihren Leitungen finden. Dieser Widerstand ist um so größer, je länger die Leitung ist, durch die der Strom hindurch gepreßt werden muß, um so kleiner, je größer der Querschnitt ist, den die Leitung dem Stromflusse zur Verfügung stellt, und er hängt beim elektrischen Strom auch ab vom Material; Kupfer leitet z. B. besser als Eisen. Jede Druck- oder Spannungsdifferenz, zwischen Anfang und Ende eines Leiters, erzeugt eine bestimmte Stromstärke, und zwar eine um so kleinere, je größer der Widerstand, d. h. je länger und dünner der Leiter ist. Der Vortragende erläutert diesen Zusammenhang durch Experimente und definiert dabei die Einheiten Volt, Ampère und Ohm, in denen die drei Größen, Spannung, Stromstärke und Widerstand, gemessen werden.

Von den Wirkungen des elektrischen Stromes wird für die Erzeugung elektrischen Lichtes die Wärmewirkung ausgenutzt. Jeder Strom erwärmt seine Leitung umsomehr, je stärker er ist, und kann sie zu heller Glut bringen. Dies geschieht z. B. in einer Glühlampe, welche aus einem in einer luftleeren Glocke befindlichen Kohlenfaden besteht, durch den der Strom hindurchfließt. Bei den Glühlampen einer Hausinstallation, welche durch die Hausleitung und die unter der Straße verlegten Kabel, die „Zuleitungen“, mit der elektrischen Zentrale verbunden sind, erwärmt der aus der Zentrale nach den Lampen hinfließende Strom aber nicht nur die Glühlampen selbst, sondern auch in mäßigen Grenzen die Zuleitungen. Da die letzteren mit leicht verbrennlichem Isolationsmaterial umsponnen sind und keine große Erwärmung vertragen können, muß man ihnen entsprechend große Kupferquerschnitte geben, damit sie nicht zu heiß werden, während die Kohlenfäden der Glühlampen umgekehrt möglichst kleine Querschnitte erhalten, damit sie in möglichst helle Glut geraten. Der in den Lampen erzeugten Wärme als nützlicher Wärme steht also die in den Zuleitungen erzeugte als schädliche Wärme gegenüber. Damit die in den Zuleitungen entstehende schädliche Wärme möglichst klein wird, muß man bei der Speisung einer gegebenen Anzahl von Glühlampen mit möglichst wenig Strom auszukommen suchen. Dies führt zu dem Problem, Glühlampen herzustellen, welche unter Aufwand von möglichst geringer Stromstärke möglichst viel Licht erzeugen.

Dieses Problem findet seine Lösung durch ein Naturgesetz, wonach die Hitze, welche in einer Glühlampe entwickelt wird und daher auch die Lichtstärke, die sie ausstrahlt, nur abhängig ist von dem Produkt der Spannung in Volt und der Stromstärke in Ampère, welche die Lampe verzehrt. Eine Lampe also, welche 220 Volt bei $\frac{1}{4}$ Ampère verbraucht, leuchtet genau ebenso hell, wie eine Lampe, welche mit 110 Volt und $\frac{1}{2}$ Ampère brennt. Da die erstere aber nur halb so viel Strom verbraucht, so kann man mit derselben Leitung doppelt soviel 220-Volt-Lampen mit Strom versorgen, wie 110-Volt-Lampen. Der Vortragende zeigt einen Versuch, bei dem nacheinander die gleiche Zahl von 32 Lampen beider Arten von derselben Leitung gespeist werden. Bei den 110-Volt-Lampen geraten die Zuleitungen dabei bereits in helle Glut, während sie bei den 220-Volt-Lampen noch so kalt bleiben, daß der Vortragende sie anfassen kann. Der Unterschied der Einrichtung beider Lampenarten besteht nur darin, daß die 220-Volt-Lampen weit längere und dünnere Kohlenfäden erhalten, als die 110-Volt-Lampen, weil sie trotz der doppelten Spannung nur die Hälfte des Stromes führen dürfen und daher einen weit größeren Widerstand haben müssen. Da auch schon bei 110-Volt-Lampen der Kohlenfaden ein überaus feines und zartes Gebilde ist, so hat die Glühlampentechnik erst außerordentliche Schwierigkeiten überwinden müssen, ehe es ihr gelang, Lampen für 220 Volt herzustellen. Ein voller Erfolg wurde erst nach der Erbanung des Danziger Elektrizitätswerkes erreicht, so daß dieses noch für 110 Volt eingerichtet werden mußte.

Eine weitere Überlegenheit zeigen die 220-Volt-Lampen in bezug auf den Spannungsabfall, dem sie in den Zuleitungen ausgesetzt sind. Wie der Druck in einer Rohrleitung, nimmt auch die Spannung längs einer elektrischen Leitung von der Zentrale nach der Verbrauchsstelle hin ab. In derselben Leitung vervielfacht sich diese Abnahme mit der Stromstärke; sie ist also bei 220-Volt-Lampen, die nur die Hälfte des Stromes führen, ihrem absoluten Werte nach halb so groß und prozentisch ein viertel so groß, wie bei 110-Volt-Lampen. Fließt kein Strom durch die Leitungen, so ist der Spannungsabfall natürlich Null.

Wenn also an das Ende einer an eine Zentrale angeschlossenen Leitung zunächst keine Lampe angeschlossen ist, und darauf eine bestimmte Anzahl von Lampen allmählich eingeschaltet wird, so erhalten die ersten Lampen zunächst noch die volle Spannung der Zentrale, mit wachsender Anzahl werden sie aber einem steigenden Spannungsabfall ausgesetzt, der bei 110-Volt-Lampen prozentisch viermal so groß ist, wie bei 220-Volt-Lampen. Da aber für die Helligkeit des Brennens die Abweichung von der normalen Spannung entscheidend ist, so werden die 110-Volt-Lampen bei gleicher Zahl und gleicher Zuleitung viel mehr hinter ihrer normalen Helligkeit zurückbleiben. Wenn man nun auch in dem betrachteten, einfachen Falle die Spannung in der Zentrale durch Regulierung so erhöhen könnte, daß sie am Ende eines der von der Zentrale ausgehenden Kabels und an den daran angeschlossenen Lampen den Normalwert erhält, so ist dies doch, wenn an eine Zentrale viele Kabel angeschlossen sind, nicht für alle Kabel gleichzeitig möglich. An den Enden sehr stark belasteter Kabel, wie z. B. in der Langgasse, werden dann die Spannungen wesentlich niedriger sein, als an den Enden der schwach belasteten, und die an die stark belasteten Kabel angeschlossenen Konsumenten werden berechnete Klagen führen. Der Unterschied wird bei einer Anlage mit 110-Volt-Lampen prozentisch viermal so groß sein, wie bei einer 220-Volt-Anlage, und man wird daher bei der letzteren viermal so viel Lampen anschließen können, wenn man gleiche Helligkeitsunterschiede zulassen will. Den gleichen Spannungsabfall, wie bei Vervielfachung der Lampenzahl, erhält man auch, wenn man die Lampenzahlen gleich läßt und die Leitungslänge vervierfacht, oder wenn man die Lampenzahlen verdoppelt und die Leitungslänge gleichzeitig verdoppelt. Wenn die Kabel nicht bis zu ihrer Erwärmungsgrenze in Anspruch genommen sind, wobei, wie oben gezeigt wurde, eine Verdoppelung der Lampenzahl bei Verdoppelung der Spannung zulässig ist, so wird also die Ausnutzbarkeit des Kabelnetzes bei Verdoppelung der Spannung in bezug auf Längenausdehnung und Lampenzahl zusammen vervierfacht.

Dieser außerordentliche Vorteil veranlaßt jetzt die Stadt Danzig, nach dem Beispiel von Berlin, Breslau und Stettin, die bisherige Betriebsspannung ihres Elektrizitätswerkes von 110 Volt auf 220 Volt zu erhöhen. In den Straßen, wo die Kabel von so großen Strömen „belastet“ sind, daß sie über kurz oder lang verstärkt werden müßten, erspart man durch die Spannungserhöhung diese Verstärkung, und in den Straßen, wo noch keine Kabel liegen, werden die Kosten der neu zu verlegenden Kabel, weil sie nur kleineren Querschnitt zu haben brauchen, wesentlich billiger. Schon in diesem Jahre werden für die unnötig werdende Kabelverstärkung gespart 71000 M und wegen des Minderpreises der neu zu verlegenden dünneren Kabel 18000 M. Dem gegenüber betragen die im ganzen ein für allemal für die Umwandlung aufzuwendenden Kosten nach den Anschlägen des Stadtrats MECKBACH und des Ober-Ingenieurs v. SCHMIDT 195000 M, die von der Stadtverordnetenversammlung bereits bewilligt sind. Die Maßnahme der Stadtverwaltung verspricht danach einen außerordentlichen wirtschaftlichen Nutzen.

7. Sitzung am 18. Oktober 1905.

Nach der Begrüßung der zahlreich erschienenen Mitglieder durch Herrn Professor MOMBER widmete der Sekretär für auswärtige Angelegenheiten, Herr Professor Dr. CONWENTZ, einen warmen Nachruf dem am 6. Oktober verstorbenen Ehrenmitgliede der Gesellschaft, Geh. Regierungsrat Professor Dr. F. v. RICHTHOFEN-Berlin. Er ist am 5. Mai 1833 in Schlesien geboren, also an demselben Tage, in derselben Provinz wie ein anderes Ehrenmitglied der Gesellschaft, Professor Dr. BAIL, mit welchem er auch gleichzeitig an der heimatlichen Universität Naturwissenschaften studierte. Nach seinen Studienjahren in Breslau und Berlin ging er nach Wien, um bei der K. K. Geologischen Reichsanstalt den praktischen Dienst kennen zu lernen, da eine preußische Anstalt der Art damals noch nicht bestand. Darauf brachte er

nicht weniger als zwölf Jahre hintereinander auf großen, umfassenden Reisen zu, durch welche er der wissenschaftlichen Erforschung wenig bekannter Gebiete ausgezeichnete Dienste leistete. Zunächst durfte er sich 1860 der preußischen Expedition nach Ostasien anschließen, und es wurde ihm dabei der Rang eines Legationssekretärs verliehen. In China trennte er sich von dieser Expedition und sammelte auf jahrelangen Reisen im Lande das umfangreiche, wertvolle Material, das später in seinem Hauptwerk „China“ niedergelegt wurde. Erst nach Vollendung des ersten Teils 1879 nahm er eine Professur für Geologie in Bonn an. Vier Jahre später wurde er als Professor der Erdkunde nach Leipzig und 1886 nach Berlin berufen. Hier hat er eine große Zahl von Schülern, wie DRYGALSKI, SVEN HEDIN, PASSARGE, PHILIPPI usw., herangebildet und auch sonst eine umfassende Tätigkeit entfaltet. Hervorragende Verdienste erwarb er sich um die Gesellschaft für Erdkunde, welche er zu hoher Blüte führte. Ferner zeigte sich sein organisatorisches Talent besonders bei dem in Berlin 1899 von ihm geleiteten Internationalen Geographen-Kongreß, von welchem ein Sonderausflug auch nach Danzig unternommen wurde, sowie bei den großen deutschen Unternehmungen der Grönland- und Südpolar-Expeditionen und bei der Anlage und Einrichtung des Museums für Meereskunde, dessen Vollendung er leider nicht mehr erlebte. Auch bei der Kolonialbewegung hat er einen bestimmenden Einfluß ausgeübt, da er schon frühzeitig auf die Wichtigkeit der chinesischen Provinz Schantung und auf die Bedeutung von Kiautschou hinwies. Die Naturforschende Gesellschaft erwählte RICHTHOFEN bei seinem 70. Geburtstage zu ihrem Ehrenmitgliede. Er und seine kunstsinnige Gattin empfanden aufrichtige Freude auch an den Architekturbildern unserer Stadt, mit denen das von Künstlerhand ausgeführte Diplom geschmückt war, und sprachen den lebhaften Wunsch aus, Danzig aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Uns wurde dann noch zweimal die Freude zuteil, RICHTHOFEN hier zu sehen: im vorigen Jahre bei Einweihung der Technischen Hochschule und zu Pfingsten dieses Jahres beim Deutschen Geographentag. Wir ahnten damals nicht, daß der seltene Mann, welcher noch vor wenigen Monaten in völliger körperlicher und geistiger Frische vor uns stand, so bald dahinscheiden würde. Am 6. Oktober erlag er unerwartet einem Schlaganfall.

Die Anwesenden ehrten das Andenken des Verbliebenen durch Erheben von den Plätzen.

Hierauf sprach das Korrespondierende Mitglied, Herr Professor Dr. SCHELLWIEN-Königsberg, über das Thema: „Spuren einer alten Eiszeit auf der Erde“, unter Vorführung von Lichtbildern und anderweitigem Demonstrationmaterial.

Die Tatsache, daß aus der diluvialen Zeit sichere Spuren einer Verschlechterung des Klimas an vielen Stellen der Erdoberfläche nachweisbar sind, legte es nahe, auch in älteren geologischen Perioden nach Anzeichen einer stärkeren Ausdehnung der Eismassen zu suchen, allein bis vor einiger Zeit konnte man sagen, daß mit Sicherheit nur eine Eiszeit, diejenige des Diluviums, festgestellt wäre. Den Angaben über glaziale Bildungen aus der Zeit des

Abschlusses der paläozoischen Ära, die zum Teil schon aus der Mitte des eben abgelaufenen Jahrhunderts herrühren, wurde im ganzen wenig Beachtung geschenkt. Allmählich ist aber durch die Untersuchungen der englischen Aufnahmegeologen in Indien, durch Beobachtungen in Südafrika und Australien soviel Material zusammengebracht, daß an dem Auftreten einer „Kälteperiode“ am Ende des paläozoischen Zeitalters nicht mehr lange gezweifelt werden kann. Von Interesse ist es übrigens, daß auch in Europa, und zwar neuerdings auch in Deutschland, Spuren gefunden sind, welche möglicherweise auf eine stärkere Ausdehnung des Eises zu jener Zeit auch in unseren Gegenden hindeuten. Wertvolle Beobachtungen über die indischen Glazialablagerungen sind vor allem durch eine im Jahre 1902 ausgeführte Reise von KOKEN und NOETLING in der Saltrange gewonnen worden. Von dem Material, welches auf dieser Reise gesammelt wurde, konnte der Vortragende eine Anzahl von Belegstücken vorlegen. Diese Stücke, ebenso wie die Abbildungen und Profile, die vorgezeigt wurden, weisen in wesentlichen Punkten Übereinstimmung mit solchen Erscheinungen auf, die im norddeutschen Flachlande stets als sichere Anzeichen einer diluvialen Vereisung gedeutet worden sind.

Die Gleichartigkeit der Erscheinungen wurde durch eine größere Zahl von Lichtbildern bewiesen, welche die Lagerung der glazialen Bildungen in Ost- und Westpreußen zeigten und es dem Zuhörer ermöglichten, einen Vergleich mit den ebenfalls im Bilde wiedergegebenen südafrikanischen und indischen Vorkommen zu ziehen. Auch die Frage der Entstehung der für die indischen Blocklehne charakteristischen Fazettengeschiebe, für deren Bildungsweise KOKEN und NOETLING eine gute Erklärung gegeben haben, wurde an der Hand des vorliegenden Materials erörtert.

Die letzten Ausführungen galten der Frage, in welchen Zeitabschnitt des jüngeren Paläozoikum wir die nunmehr sicher nachgewiesene Eiszeit der Südhemisphäre und Indiens zu verlegen haben. Über diesen Punkt gehen die Ansichten der einzelnen Forscher noch auseinander, es fragt sich, ob man von einer karbonischen oder permischen Eiszeit sprechen soll. Für Indien hängt die Frage von der Altersdeutung der reichen Fauna ab, welche sich unmittelbar über den glazialen Ablagerungen, in den Schichten des sogenannten *Productus*-Kalkes, findet. Hält man die tieferen Horizonte dieses *Productus*-Kalkes noch für karbonisch, so muß man von karbonischer Eiszeit reden, weist man sie dagegen sämtlich dem oberen Perm zu, so würde die Epoche der Vereisung wohl in die Zeit des unteren Perm fallen. Der Vortragende trat für die letztere Auffassung ein, und zwar besonders auf Grund einer Entdeckung, welche in diesem Sommer von ihm und Herrn Dr. KOSSMAT von der Wiener geologischen Reichsanstalt gemeinsam gemacht worden ist. Es gelang nämlich, in den Ostalpen dieselbe Fauna aufzudecken, welche man im indischen *Productus*-Kalke beobachtet hat, und zwar in den Schichten des *Bellerophon*-Kalkes, welcher seiner Lagerung nach nur dem obersten Perm angehören kann.

Wir sind daher wohl ohne Zweifel zu der Annahme berechtigt, daß in der permischen Zeit auf gewissen Teilen der Erdoberfläche ähnliche Verhältnisse herrschten, wie sie in unseren Gegenden für die diluviale Eiszeit schon seit langem festgestellt sind.

8. Sitzung am 1. November 1905.

Im Elektrotechnischen Institut der Hochschule.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, eröffnet die Sitzung und kündigt einen Vortrag des Herrn Professor EVERS für den 16. November d. J. und zwei populäre Vorträge des Herrn Geheimrat Professor MIETHE Charlottenburg „Über farbige Photographie“ für den 1. und 2. Dezember d. J. an. Herr Professor MOMBER macht ferner Mitteilungen über die Trauerfeier zu Ehren des Geheimrats Professor Freiherr VON RICHTHOFEN-Berlin, der er persönlich beiwohnen konnte. Er berichtet dann, daß die Wolkenstudien, welche von

dem Astronomen der Gesellschaft, Herrn Dr. KAYSER, aufgenommen worden sind, voraussichtlich durch das Meteorologische Institut in Berlin herausgegeben werden.

Darauf hält Herr Professor MENTZ einen durch Lichtbilder und Vorführung von Modellen erläuterten Vortrag über „Einführung in den Schiffsmaschinenbau“.

Die Aufgabe, die der Schiffsmaschinenbauingenieur zu lösen hat, ist die, in einen bestimmten, meist, und zwar besonders bei der Kriegsmarine, ziemlich beschränkten Raum eine Maschinen- und Kesselanlage hineinzubauen, welche dem Schiff die verlangte Geschwindigkeit verleiht. Als erschwerend kommt meist noch die Bedingung hinzu, ein bestimmtes Gewicht nicht zu überschreiten. Ferner werden von Schiffsmaschinen besonders gute Betriebssicherheit und Manövrierfähigkeit verlangt.

Die Kesselanlage besteht auf fast allen Handelsschiffen aus Zylinderkesseln; Kriegsschiffe erhalten dagegen Wasserrohrkessel, bei welchen, im Gegensatz zu den erstgenannten Kesseln, das Wasser in den Rohren zirkuliert und die Flamme außen um die Rohre herum schlägt. Da sich bei Wasserrohrkesseln alle Teile, je nach der Wärmezufuhr, unabhängig voneinander ausdehnen können, lassen sich diese Kessel durch Zufuhr der Verbrennungsluft unter geringem Druck ohne Nachteil überanstrengen. Raum- und Gewichtsbedarf ist daher für eine bestimmte Höchstleistung bei Wasserrohrkesseln bedeutend geringer als bei Zylinderkesseln. In unserer Marine ist für alle Neubauten ein engrohriger Wasserrohrkessel angenommen, der nach seinem Konstrukteur, dem früheren Direktor der Germania-Werft, RICHARD SCHULZ, SCHULZ-Kessel genannt wird. Durch Anordnung dichter Rohrwände werden bei diesem Kessel die Heizgase gezwungen, einen mehrfach gewundenen Weg zu nehmen und so ihre Wärme möglichst abzugeben, ehe sie in den Schornstein entweichen.

Wenn möglich, baut man die Schiffe als Schraubenschiffe, da Radschiffsmaschinen schwerer und teurer sind als Schraubenschiffsmaschinen. Kleine Schiffe erhalten meist nur eine Maschine, größere Schiffe dagegen zwei oder drei, welche je auf eine Schraubenwelle und Schraube wirken. Das Doppelschraubensystem bietet die Möglichkeit, beim Versagen einer Maschine mit der anderen weiterfahren zu können. Außerdem lassen sich diese Schiffe auch mit den Maschinen steuern, indem man eine Maschine vorwärts, die andere rückwärts arbeiten läßt. Unsere größeren Kriegsschiffe haben sogar drei voneinander unabhängige Maschinenkomplexe und dementsprechend auch drei Schrauben. Beim Versagen einer Maschine wird dann nur ein Drittel der Gesamtleistung ausgeschaltet sein, ferner ergibt sich eine bessere Ökonomie beim Langsamfahren, da man dann nur die mittlere Maschine oder beide Seitenmaschinen in Betrieb nimmt.

Man läßt den Dampf in der Maschine, um Dampf zu sparen, nicht nur Volldruckarbeit, sondern auch Expansionsarbeit verrichten. Gleichfalls der Ökonomie wegen muß der Dampf, je nach der Höhe der Kesselspannung, in zwei, drei oder sogar vier Zylindern nacheinander wirken; man erhält so Zwei-, Drei- oder Vierfachexpansionsmaschinen.

Kriegsschiffsmaschinen haben bedeutend höhere Umdrehungszahlen als Handelsschiffsmaschinen und fallen dementsprechend kleiner und leichter aus.

In neuerer Zeit ist nun als Konkurrent der Dampfmaschine die Dampfturbine auf der Bildfläche erschienen. Als Antriebsmaschine für Dynamomaschinen hat sie sich im Landbetrieb bereits vollständig bewährt; an Bord hat sie den hier gestellten schwierigen Anforderungen bisher gerade entsprochen. Mehr kann man augenblicklich auch nicht erwarten, denn die Dampfturbinen auf Schiffen befinden sich eben erst im Zustande der Erprobung.

Während der Dampf in der Kolbendampfmaschine durch seine Spannungsenergie Arbeit leistet, wirkt er in der Dampfturbine durch seine Strömungsenergie. Läßt man nämlich Wasserdampf aus konisch sich erweiternden Düsen ausströmen, so beträgt seine Ausfluggeschwindigkeit etwa 1100 m pro Sekunde. Diesen Dampfstrahl läßt man dann gegen die

Schaufeln eines Rades wirken, das hierdurch in sehr schnelle Drehung versetzt wird. Um diese hohe Tourenzahl auf einen praktisch brauchbaren Wert herunterzubringen, verwendet man meist eine größere Anzahl von Schaufelrädern für jede Dampfturbine. Zur Zeit bringt die Unmöglichkeit, Dampfturbinen rückwärts laufen zu lassen, und ihre schlechtere Ökonomie bei verringerter Leistung noch Unbequemlichkeiten, wie zum Beispiel das Einbauen von besonderen Rückwärtsturbinen, mit sich.

Auf kleinen Verkehrsbooten, Vergnügungsfahrzeugen und dergleichen werden an Stelle einer Dampfmaschinenanlage vielfach Verbrennungsmotoren verwendet, welche durch Explosion eines Gemisches von Luft und verdampftem Benzin, Spiritus oder Petroleum betrieben werden. Für kleinere Schiffe haben sich diese leichten und billigen Motoren gut bewährt; für größere Schiffe werden sie vielleicht später Bedeutung gewinnen.

Außer den Hauptmaschinen, welche die Schrauben treiben, sind auf größeren Schiffen noch eine beträchtliche Anzahl mit Dampf betriebener Hilfsmaschinen vorhanden; auf einem kleinen Kreuzer zum Beispiel etwa 35.

Schließlich kam der Redner noch auf die in den Maschinen entstehenden Beschleunigungsdrucke, welche sich durch Erregung von Schiffsschwingungen unangenehm bemerkbar machen, zu sprechen und zeigte an einem Modell, einer an Federn aufgehängten Mahagoniplanke, auf welche verschiedene kleine Maschinen gesetzt werden konnten, den Einfluß der verschiedenen Maschinenarten auf die Schiffsschwingungen, insbesondere die Vorteile einer Maschine mit SCHLICKSchem Massenausgleich gegenüber einer gewöhnlichen Vierkurbelmaschine.

9. Sitzung am 16. November 1905.

In dem physikalischen Kabinett der neuen Realschule zu St. Petri und Pauli.

Statt des erkrankten Direktors eröffnet der Vize-Direktor, Herr Geheimer Sanitätsrat Dr. TORNWALD, die Sitzung. Herr Professor CONWENTZ, der Sekretär für auswärtige Angelegenheiten, teilt mit, daß er der Abteilung für Naturwissenschaften der „Deutschen Gesellschaft für Kunst und Wissenschaften“ in Bromberg zu ihrem 40jährigen Bestehen die Glückwünsche der Gesellschaft überbracht habe.

Darauf hält Herr Professor EVERS einen Vortrag „Über Resonanzerscheinungen bei elektromagnetischen Schwingungen“, unter Vorführung zahlreicher wohlgelungener Experimente.

Er erläuterte zunächst den allgemeinen Begriff der Resonanz an mechanischen und akustischen Beispielen, so für die Schwingungen eines Pendels und die einer Luftsäule in einer gedeckten und einer offenen Pfeife. Als charakteristisches Merkmal ergab sich hieraus: Ist für zwei Schwingungssysteme der Resonanzfall gegeben, so stimmt die Dauer der freien oder Eigenschwingung des erregten mit der Dauer der Schwingungen des erregenden Systems überein. Die Schärfe der Resonanz hängt von der Festigkeit der Verbindung beider Systeme ab: damit die Resonanz recht scharf hervortritt, müssen sie recht lose „gekoppelt“ sein.

Diese Prinzipien finden nun auch bei der Verbindung zweier elektromagnetischen Schwingungssysteme Anwendung. Daß bei der Entladung von elektrisch geladenen Leitern periodisch wechselnde elektrische Strömungen auftreten, ist schon seit langem durch die theoretischen Untersuchungen von KIRCHHOFF und W. THOMSON, durch die experimentellen von FÉDERSSEN, PAALZOW u. a. bekannt; der Vortragende erläuterte diese Tatsache, indem er als Bild derselben die periodischen Niveauschwankungen einer Flüssigkeit in kommunizierenden Röhren im Versuche vorführte.

Bei dem in dem Hauptteil des Vortrages benutzten Apparat von SEIBT-ERNECKE werden zwei Leydener Flaschen durch ein Induktorium geladen und durch zwei Kupferdrahtspulen und eine Funkenstrecke hindurch entladen, wobei Schwingungen zustande kommen, deren

Dauer sich durch Parallel- und Reihenschaltung der beiden Leydener Flaschen sowie durch Einschaltung von mehr oder weniger Windungen der beiden Spulen regulieren und verändern läßt. An einen Punkt dieses primären Schwingungskreises ist durch einen Leitungsdraht eine isolierte Drahtspule angeschlossen, die durch die primären Schwingungen zu sekundären angeregt wird, gerade wie durch die Schwingungen einer Stimmgabel eine zweite oder eine in einer Röhre abgeschlossene Luftsäule. Bei passender Schaltung der Leydener Flaschen und Einschaltung von Spulenwindungen im primären Kreise (Regulierung von „Kapazität“ und „Selbstinduktion“) entstehen durch Resonanz in der sekundären Spule starke, stehende Schwingungen der Elektrizität. Hierbei bildet sich am isolierten Ende eine Stelle stärkster Spannung („Bauch“ der stehenden Welle) aus, was sich durch kräftige Funkenbüschelentladungen dokumentiert. Dies wurde für zwei Spulen von verschiedener Schwingungszahl gezeigt.

Um nun auch den ganzen Verlauf der stehenden Elektrizitätsschwingungen deutlich sichtbar zu demonstrieren, wurde eine lange Spule an den primären („THOMSONSchen“) Entladungskreis angeschlossen; ihr parallel war in passender Entfernung ein mit der Erde verbundener Draht geführt. Wenn nun in dieser Spule an irgend einer Stelle stärkere oder schwächere Spannungen auftraten, so mußte sich dies durch die Stärke der Funkenbüschelentladung gegen den Draht hin zeigen.

Bei passender Regulierung des primären Schwingungskreises trat nun in der sekundären Spule die Grundschiwingung auf, was sich durch Auftreten eines Spannungsbauches am isolierten oberen, eines Spannungsknotens am unteren Ende dokumentierte. Außer dieser Grundschiwingung konnten durch andere Einstellung im primären Kreise auch noch einige Oberschwingungen nachgewiesen werden.

Wurde nun das obere Ende der Demonstrationsspule mit der Erde verbunden, so entstanden bei richtiger Einstellung des primären Kreises ein Spannungsbauch in der Mitte, Knoten an beiden Enden. Während also bei der ersten Kombination für die Grundschiwingung die Länge der Spule (Abstand von Spannungsbauch und Knoten) ein Viertel der Wellenlänge repräsentiert, wird hier durch die Spulenlänge (Abstand zweier Knoten) die halbe Wellenlänge dargestellt. Die Wellenlänge ist also bei der isolierten Spule doppelt so groß als bei der geerdeten, die Schwingungszahl also im ersten Fall halb so groß wie im zweiten, mit anderen Worten: die Schwiwingung in der geerdeten stellt die Oktave der in der isolierten Spule dar. Auch für die geerdete Spule ließen sich durch passende Regulierung im primären Kreise einige Oberschwingungen nachweisen.

Allen diesen elektrischen Versuchen gingen analoge akustische Erläuterungsversuche parallel, bei denen Stimmgabeln in Verbindung mit einer Resonanz-Lufttröhre, die an einem Ende geschlossen und geöffnet werden konnte, zur Anwendung kamen.

Zum Schluß erwähnte der Vortragende kurz die praktische Bedeutung dieser Erscheinungen für die drahtlose Telegraphie, für deren neueste Geber- und Empfänger-Konstruktionen dieselben Prinzipien Anwendung finden.

10. Sitzung am 20. Dezember 1905.

Der Direktor, Herr Professor MOMBER, begrüßt die Versammlung und macht Mitteilungen über die am 3. Januar 1906 geplante Feier des Stiftungsfestes der Gesellschaft und über weitere Vorträge. Herr Professor MOMBER legt dann ein von Herrn Kommerzienrat OTTO MÜNSTERBERG der Gesellschaft dediziertes Werk über Tuberkuloseforschung von Professor FRÄNKEL vor und erteilt Herrn Oberlehrer Dr. DAHMS das Wort zu einem Vortrage über: **„Beziehungen zwischen Form und Grösse bei Körpern“.**

Zwischen Form und Größe bestehen bei den Körpern ganz bestimmte Beziehungen. Diese werden in letzter Zeit vielfach auch bei den Naturgebilden studiert und gewahren, besonders was die Mechanik im Tierreiche angeht, einen Einblick in gewisse Formverhältnisse,

über welche man bisher keinen sicheren Aufschluß geben konnte. Viele eigentümliche und scharf hervortretende Verschiedenheiten im Bau der Naturkörper lassen erkennen, daß sie infolge der Größenmaße notwendig wurden.

Die Betrachtung und Beobachtung in diesem Sinne ist verhältnismäßig schon sehr alt. Der erste, der sich nachweislich mit solchen Gedanken abgab, ist GALILEO GALILEI. Ihm gebührt das Verdienst, die vermuteten Tatsachen weiter verfolgt und ausgeführt zu haben. In strengerer und mathematisch knapperer Form finden wir später entsprechende Betrachtungen bei NEWTON wieder. In letzter Zeit ist dieser Gegenstand wiederholt Veranlassung zu Hypothesen und Berechnungen geworden; freilich ist hierbei stets die äußerste Vorsicht geboten. Man wird gut daran tun, in jedem Falle durch Versuche die Richtigkeit der Ergebnisse von der Natur selbst kontrollieren zu lassen. Eine Zusammenfassung der wichtigsten Arbeiten, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigen und CUSTOR, FUCHS, KALIDE, LEVY, LEUCKART und SANTEL zum Verfasser haben, gibt Dr. A. WITTING (Natur und Schule. Bd. 3. 1904. S. 180 bis 185) in Form eines Referats. An der Hand dieser Zusammenstellung läßt sich leicht ein umfassendes Bild von dem jetzigen Stande der Errungenschaften, die man gemacht hat, gewinnen. Es ist der Zweck dieses kleinen Vortrages, die von den genannten und anderen Autoren gewonnenen Erfahrungen in schlichter Form zu besprechen und weitere, selbstgewonnene Tatsachen aus diesem Gebiete hinzuzufügen.

Läßt man einen Holzstab wagerecht in eine senkrecht stehende Mauer ein, so kann man es abpassen, daß er sich gerade noch erhält. Bei demselben Verhältnis von Länge und Breite läßt sich dann kein anderer Stab aus demselben Stoffe finden, der sich gerade selbst noch tragen kann. Größere Dimensionen würden ein Zerbrechen veranlassen, während kleinere noch eine weitere Belastung gestatteten. Selbst wenn man die Materie als vollkommen ideal annimmt — so berichtet GALILEI in seinen „Discorsi“ — wird eine größere Maschine, bei demselben Material und denselben Größenverhältnissen, deshalb in allen Dingen nur äußerlich mit einer kleineren übereinstimmen. Was Festigkeit und Widerstandsfähigkeit anbelangt, lassen sich jedoch zwischen beiden je nach den Maßen größere oder kleinere Unterschiede wahrnehmen. Je größer die Masse ist, desto schwächer wird die Maschine sein, und das läßt sich auch geometrisch beweisen. Deshalb gilt, wie für die Maschinen, auch für alle Natur- und Kunstprodukte, daß eine notwendige Grenze vorhanden ist, über die bei gleichem Material und denselben Größenverhältnissen weder Natur noch Kunst hinausgehen können. Beide vermögen deshalb auch nicht ihre Werke beliebig zu vergrößern, und deshalb erscheint es auch unmöglich, „immense Schiffe, Paläste oder Tempel zu erbauen, deren Ruder, Rahen, Gebälk, Eisenverkettung und andere Teile bestehen können“.

Um bedeutende Vergrößerungen zu ermöglichen, ist es notwendig, eine Materie zu wählen, die fester und widerstandsfähiger als gewöhnlich ist. Im anderen Falle müßten bedeutende Verdickungen der unteren und besonders in Anspruch genommenen Teile veranlaßt werden, um Deformationen und Störungen möglichst zu vermeiden. Nun braucht aber nicht gerade die Materie selbst in allen Fällen fester zu sein, es genügt auch, das Gewicht der einzelnen Teile herabzusetzen. Bei Körpern, die sich im Wasser befinden, werden diese Bedingungen durch den eintretenden Gewichtsverlust verhältnismäßig leicht erfüllt. So werden Riesenschiffe im Wasser nicht zerstört, trotzdem sie mit Geschützen, Waren usw. belastet sind; geraten sie jedoch auf Land, so werden sie infolge der veränderten Bedingungen bersten. Auch über den Widerstand der hohlen Körper war GALILEI unterrichtet. Er erinnert daran, daß Natur und Kunst sich vielfach ihrer bedienen, um die Festigkeit ohne Vermehrung des Gewichtes bedeutend zu steigern. Lanzen hat man durch Anshöhlen seit langer Zeit gleichzeitig fest und leicht gemacht. Erinnert sei an dieser Stelle nur an den Bau der Gefechtsmasten auf unsern modernen Schlachtschiffen.

Die Massen ähnlicher Körperformen stehen zu der Größe der Oberflächen stets in einer ganz bestimmten Beziehung. Diese führt zu dem Ergebnis, daß die Oberflächen kleiner Körper, verglichen mit denen großer Massen, sehr groß sind. Die verhältnismäßig schnelle Zunahme

der Oberfläche kleiner Körper bei Verminderung der Dimensionen unter gleichzeitiger Abnahme des Rauminhaltes läßt sich leicht nachweisen. Die Körpersubstanz ist bei ihrer dreifachen Ausdehnung in Kubik-, die Oberfläche dagegen nur in Quadratmaßen auszudrücken. Zur besseren Übersicht mögen nur die Verhältnisse beim Würfel herausgegriffen werden. Der Inhalt berechnet sich hier nach der Formel $J = a^3$, die Oberfläche nach $O = 6a^2$, wenn a die Länge der Kante bedeutet. Daraus ergibt sich bereits, daß mit Zunahme der Kantenlänge des Würfels, der Inhalt erheblich schneller wachsen wird als die Oberfläche, daß dagegen mit ihrer Abnahme, die Oberfläche viel langsamer sich verkleinern und deshalb im Verhältnis zum Inhalt immer größer und größer werden wird. Stellt man diese Verhältnisse für eine Reihe von Zahlenwerten auf einer Tabelle zusammen, so erhält man hier einen Grenzwert, wenn die Länge der Kante gleich 6 (etwa gleich 6 mm) gesetzt wird. Oberhalb dieses Wertes wird die absolute Maßzahl des Inhaltes stets größer sein, als die der Fläche; unterhalb liegt dagegen das umgekehrte Verhältnis vor. Kommen statt der ganzen Zahlen Bruchwerte zur Verwendung, so nehmen deren dritte Potenzen schneller an Wert ab, als die Quadrate. Die Differenz aus den Maßzahlen der Körperinhalte und -flächen gibt ein vortreffliches Bild von der Schnelligkeit, mit der der Inhalt dann im Verhältnis stetig kleiner wird. Vergleicht man diesen Unterschied mit dem Werte, welcher für die Oberfläche berechnet wurde, so sieht man auch, wie sich beide in diesem Falle mehr und mehr nähern. Schon bei einer Kantenlänge von 0,02 beträgt die Differenz des Raum- und Flächeninhaltes 0,002392, d. h. 99,67 % von dem des Flächeninhaltes allein. Ein Körper verliert im Verhältnis zu seiner Oberfläche immer mehr und mehr von seinem Inhalte, so daß die erstere zuletzt fast ausschließlich vorhanden ist. — Ähnliche Verhältnisse, wie beim Würfel, bestehen aber auch bei jeder anderen Reihe ähnlicher Körper.

Mit Hilfe dieser Gesetzmäßigkeit läßt sich zeigen, daß der Widerstand des Mediums, in welchem ein Körper fällt, um so größer ist, je kleiner der fallende Gegenstand, je größer im Verhältnis also seine Oberfläche ist. Deshalb lassen sich bei dem Spiel mit den „japanischen Schmetterlingen“ die bunten Papierschnitzel auch verhältnismäßig leicht dauernd in der Luft halten. Bei der geringen Dicke und Größe der verwendeten Stücker genügen fortgesetzt einige wenige Fächerschläge, um einen Luftstrom von unten her zu erzeugen, der ihr Niederfallen verhindert. Aus demselben Grunde vermögen auch die feinen Tröpfchen der Wolken, die Stäubchen vulkanischer Aschen und die zarten Spinnenfäden lange Zeit in der Luft schweben zu bleiben. Die erwähnte Gesetzmäßigkeit ist auch von Bedeutung und Geltung bei dem Prozeß des Schlämmens, bei der Ablagerung von Sand, Schlamm und Geröll durch Flüsse und Überschwemmungen, sowie bei der Schichtung solcher Gesteine, die ihren Ursprung im Wasser haben, und bei dem Niedersinken der atmosphärischen Niederschläge.

Da die Oberflächen der Körper mittels der Quadratmaße untereinander verglichen werden, so ist der Verlauf von Naturvorgängen, die sich an diesen Flächen abspielen, bei ähnlichen Körpern von den Quadratzahlen der Ausdehnung abhängig. Die Abgabe und Ausstrahlung der Wärme, das Ausdünsten und Trocknen, die Lösung eines festen Körpers sind derartige Prozesse.

Auch in der Chemie sind diese Gesetzmäßigkeiten von hoher Bedeutung. Wird ein fester Körper von einer angriffsfähigen Flüssigkeit geätzt, so ist das Ergebnis wieder mit den Flächenmaßen, also den Quadratzahlen, in Beziehung zu bringen. Neuerdings wird zur Herstellung der Schwefelsäure das sogenannte Kontaktverfahren angewendet, bei welchem Schwefeldioxyd und der Sauerstoff der Luft miteinander vereint werden. Diese innige Verknüpfung wird an der Oberfläche von Platin herbeigeführt; es kommt deshalb darauf an, sie recht groß zu gestalten. Entweder verwendet man recht dünne Platinbleche oder, was meist der Fall ist, ein schwammiges Gebilde aus fein verteiltem Platin, sogenannten Platinschwamm. Wie groß die Verteilung eines Körpers in einer Masse sein kann, ist gelegentlich festgestellt worden. So ließ sich mit Hilfe eines komplizierten Apparates nachweisen, daß die winzig kleinen Goldstäubchen, welche, im Glase verteilt, eine rubinrote Färbung hervorrufen, ganz bestimmte

Ausdehnungen besitzen. Die Trübung, die sie erzeugen können, wird für unser unbewaffnetes Auge nicht mehr wahrnehmbar, sobald sie im Durchmesser unter 0,00002 mm hinabsinken. Körper, welche in äußerst feiner Verteilung Flüssigkeiten mechanisch beigemengt sind, also keine wahren Lösungen darstellen, geben zur Bildung sogenannter colloïdaler Lösungen Veranlassung. Diese verhalten sich teilweise in vieler Hinsicht wie das fein verteilte Metall des Platinschwammes und sind daher in letzter Zeit eingehend studiert worden. Am wichtigsten sind sie von den Metallen; die des Goldes in Wasser ist ebenso schön rot gefärbt, wie vorher die bei dem Goldpurpur des Glases. So wie diese winzigen, unorganischen, leblosen Teilchen wirken auch Blutkörperchen, Blatternlymphe, Eiter und niedere Pilze aufbauend und zerlegend auf gewisse chemische Körper ein. Auch sie verlieren, wie Platin, in der Siedehitze die Fähigkeit, wie bisher fortzuwirken; ebenso werden beide Körperarten in feiner Verteilung zu weiterer chemischer Tätigkeit unfähig gemacht, wenn man sie durch Zuführung giftig wirkender Gase oder Flüssigkeiten abtötet.

Hierbei handelt es sich nur um die Wirkung der Oberfläche, beziehungsweise auf die Oberfläche. Greifen wir noch einmal auf die kleinen Organismen zurück! Wirkt die chemische Substanz auch nur auf kaum denkbare Bruchteile eines Millimeters tief auf einen Körper ein, so ist damit bei der geringen Größe winziger Geschöpfe, z. B. der Bakterien und Bazillen, die Möglichkeit zu ihrer Vernichtung gegeben. Da sie als Krankheitskeime von kranken auf gesunde Lebewesen übergehen, so veranlassen sie die ansteckenden oder Infektionskrankheiten. Zu ihnen gehören zum größten Teil außerordentlich winzige Geschöpfe, sogar die kleinsten bekannten Lebewesen. Die kugelförmigen Zellen der kleinsten *Micrococcus*-Arten haben einen Durchmesser von 0,0005 mm, und die stabförmigen Zellen des Tuberkelbazillus, welcher bei Lungenkranken auftritt, haben einen Durchmesser von 0,002 bis 0,004 mm Länge; dagegen mißt der Querdurchmesser der meisten Arten etwa 0,001 mm. Stoffe, welche diese kleinen Organismen vernichten, nennt man deshalb auch Desinfektionsmittel, weil sie die Ansteckungsgefahr zu beseitigen vermögen. Bei einer solchen Desinfektion erfolgt also die Stoffveränderung, freilich von außen her und oberflächlich, aber trotzdem fast durch die ganze Masse hindurch. Sie wird, sozusagen, sofort eine vollständige, chemische Umsetzung des Krankheitserregers veranlassen.

Auch bei den Vertretern der höheren Pflanzenwelt lassen sich die bei starren Körpern gefundenen Gesetzmäßigkeiten wieder antreffen. Die kleineren sind verhältnismäßig kräftiger und stärker, als die großen; deshalb kann auch ein ungewöhnlich hoher Baum seine Äste nicht in demselben Verhältnis entwickeln, wie ein kleiner. Würden sie zu ungewöhnliche Dimensionen annehmen, so müßten sie schließlich durch ihr eigenes Gewicht zerbrechen. Sehr große Gebilde vermag nur das Wasser hervorzubringen, da es das Eigengewicht der Körper stark herabsetzt. Der größte Vertreter aus dem Pflanzenreiche ist der Riesentang (*Macrocystis*). An den Küstengebieten Südamerikas soll sein Achsenteil vom Meeresboden bis zur Oberfläche über 200 m lang werden. — Um Druckkräften standzuhalten, welche durch vermehrte Belastung, z. B. durch Schnee, Reif und Eisanhang, in Gegenden mit reichlichen Niederschlägen zur Winterzeit auftreten, werfen die Laubbäume ihre Blätter ab. Aus demselben Grunde sind die Äste von Nadelhölzern in ganz eigenartiger Weise aufgebaut. Die obere Partie besteht aus Weißholz, welches hohe Zugfestigkeit besitzt, während darunter druckfestes Rotholz liegt. Die Gesamtanlage ist also die eines Kranes, wie er zum Heben gewaltiger Lasten verwendet wird. Dem Bauplane der Äste entsprechend, bilden auch Stämme, die durch vorherrschende Winde stark in Anspruch genommen sind, Rotholz aus: hier auf der Seite, nach der der Wind bläst, auf der sogenannten Leeseite. Bei schief stehenden Stämmen entsteht das Rotholz auf der Unterseite.

Röhrenartige Teile, welche das Tragen schwererer Gebilde besorgen, finden sich häufig im Pflanzenreiche. Der Grashalm, der eine Ähre trägt, welche viel schwerer wie er selbst ist, besitzt in hohem Maße Festigkeit gegen Bruch und Verbiegung. Wäre er nicht hohl, sondern massiv, so würde er diese Fähigkeit in viel geringerem Grade haben. Die Ausbildung

des Bambusrohres bedingt seine vielfache Verwendbarkeit; seine Festigkeit hat sogar Gelegenheit dazu geboten, ihn bei gewissen Maschinenkonstruktionen, z. B. bei Fahrrädern, wegen seiner Leichtigkeit an Stelle röhrenförmiger Eisenteile zu verwenden. — Die verschiedenartigen Flugeinrichtungen, die bei den Samen vorzüglich zu ihrer Verbreitung beitragen, bieten der umgebenden Luft einen möglichst großen Widerstand dar. Dadurch sinken viele Früchte nur langsam von der Mutterpflanze zur Erde und werden dabei von jedem Lufthauch aufs neue hochgehoben und auf weite Strecken hin fortgeführt. Wo die Größe der Oberfläche sich zeitweise, z. B. durch zu große Verdunstung des Wassers oder zu große Abkühlung unangenehm bemerkbar macht, kann sie durch Veränderung der Blatthaltung (Zusammenlegen) verkleinert werden, wie z. B. bei Sauerklee.

Auch bei dem Tiere muß die Oberfläche des Körpers im richtigen Verhältnis zu seiner Masse stehen. Daraus ergibt sich dann mit Notwendigkeit, daß für das Wachstum unter Beibehaltung der Form eine Grenze besteht. An einer Schlange ist sogar eine Berechnung angestellt und eine ganz bestimmte Zahl, der biologische Faktor, ermittelt worden. Für diesen könnte man die Bezeichnung „Oberflächenbelastung“ einführen, ein Wert, der in der Lehre von den Bahnen geschleuderter Körper als „Querschnittsbelastung“ bekannt ist. Daß die Belastung eines Körpers notwendig mit den Dimensionen in Beziehung zu bringen ist, weiß GALILEI durch Beispiele zu belegen. Ein Pferd — so sagt er — das 2 bis 2,6 m herabfällt, kann sich die Beine brechen. Ein Hund erlitt bei dieser Höhe kaum einen Schaden, während eine Katze sogar 5,3 bis 6,6 m, eine Grille von einer Turmspitze und eine Ameise sogar vom Monde herabfallen könnte. — Auch die kleineren Tiere sind kräftiger und stärker als die großen. Deshalb kann ein Pferd oder ein Riese nicht ohne weiteres die zehnfache Größe erreichen, wenn nicht die Verhältnisse aller Glieder sich änderten. Besonders müßten die Maße der Knochen weit verstärkt werden, oder es müßte ihr Material fester und widerstandsfähiger werden, als es ist. Unter Beibehaltung der gewöhnlichen Verhältnisse würde der Riese schwächer als ein gewöhnlicher Mensch sein, bei zu gewaltiger Größe würde er sich selbst zerdrücken und zu Boden stürzen.

Das Knochengerüst kann um so zarter sein, je kleiner ein Tier ist; je weniger Substanz aber zu diesem Zwecke verwendet wird, desto mehr kann davon in anderer Weise nutzbringend verwendet werden. Hörner, Zähne, Spitzen und andere Gebilde können dann spitzere, schärfere, vollkommener und mannigfaltigere Formen annehmen.

Um große Geschöpfe mit freier Beweglichkeit hervorgehen zu lassen, hat die Natur auch hier das Mittel angewendet, welches ohne Veränderung der Festigkeit der Substanz zum Ziele führt. Bei den Fischen, die ja im Wasser leben, ließ sie Knochen und Fleischteile nicht nur sehr leicht werden, sondern in ihrem Medium sogar ohne alles Gewicht. Das Eigengewicht dieser Tiere ist im Mittelwerte annähernd gleich dem des Wassers. Bei ihnen haben die Knochen deshalb auch nicht die Aufgabe, ihr eigenes Gewicht und das der anderen Körperteile zu tragen. Deshalb kann das Meer auch gewaltige Geschöpfe, wie die fischähnlichen Wale, hervorbringen, die in einer Umgebung von Luft nicht bestehen könnten. Geraten solche Riesentiere auf das Land, so gehen sie erbärmlich zugrunde: die Verbindung der Knochen erschlafft, und der Körper wird von seinem eigenen Gewichte zerquetscht.

Auch ausgehöhlte Körper kommen im Tierreiche zur Anwendung; sie sind besonders bei den Knochen der Vögel im Gebrauch, hier teilweise, wie auch bei denen anderer Lebewesen, durch ein zartes Pfeilerwerk aus Knochenmasse abgesteift, d. h. gegen Verbiegung und Verschiebung gesichert, und vielfach sogar auf den Angriff von Druck- und Zugkräften eingerichtet.

Bei den Fischen scheint eine Grenze in der Größe nicht unbedingt erforderlich zu sein. Vielleicht ist dies darauf zurückzuführen, daß hier Geschwindigkeit und Größe in einer angemessenen Beziehung zueinander stehen. Da das umgebende Wasser vollständig das Tragen der Tierkörper auf sich nimmt, ist die verhältnismäßig große Übereinstimmung zwischen den Vertretern der verschiedenartigsten Gruppen leicht zu verstehen. Die Räuber unter ihnen

sind dabei meist durch ihren schlankeren und geschmeidigeren Körperbau verhältnismäßig leicht von den anderen zu unterscheiden.

Bei den Vögeln zeigt der Bau und die Form der Leiber viel mehr Abwechslung, als bei den Fischen. Dafür haben sie aber auch durch die Bewegung der Flügel sich einmal in der Luft zu halten und außerdem noch vorwärts zu bewegen. Der dabei zu überwindende Widerstand ist vom Querschnitte des Flugmuskels und der Quadratzahl aus der Länge des Vogelkörpers abhängig. Da diese beiden Bedingungen sich verschiedenartig gegeneinander abändern können, so ist für die Fortbewegung in der Luft für Tiere in der verschiedensten Weise gesorgt. Bei dem Tragen des eigenen Gewichtes stellen sich dagegen einige Schwierigkeiten ein. Da es mit den Körpermaßen, d. h. mit den Kubikwerten der Dimension, in Beziehung zu bringen ist, nimmt das Gewicht des Tierkörpers schneller zu, als die zum Tragen notwendige Kraft. Deshalb mußte eine einheitliche Form der Fluchtiere aufgegeben und dahin abgeändert werden, daß die Flügelfläche und der Muskelquerschnitt in vergrößertem Maßstabe wuchsen, als die Längenverhältnisse des übrigen Vogelkörpers.

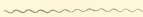
Wie Untersuchungen über die Muskelarbeit der Tiere ergaben, hängt z. B. die Sprungfähigkeit nicht von ihrer Größe ab. Sie ist allein dadurch bedingt, in welchem Verhältnisse die Muskulatur zur Körpermasse steht. Ferner ergab sich, daß kleine Tiere verhältnismäßig bedeutendere Lasten zu heben vermögen, wie große. Kleine Fluchtiere haben auch nur einen geringen Teil ihrer Muskulatur zum Fliegen nötig.

Entsprechend dem Umstande, daß physikalische Gesetzmäßigkeiten, die an der Oberfläche von Körpern sich abspielen, mit den Quadratzahlen zu- und abnehmen, sind auch die Beziehungen am Tierleibe. Das Verhältnis zwischen erzeugter und abgegebener Wärme bleibt bei Land- und Lufttieren, falls die Dimensionen sich abändern, nicht dasselbe: Je kleiner der Körper ist, desto mehr Wärme wird er ausstrahlen. Daher müssen kleinere Tiere auch verhältnismäßig größere Nahrungsmengen zu sich nehmen, schnell atmen, sich beim Schlafen zusammenrollen usw.

Deshalb bezieht der Zaunkönig nach den zusammenfassenden Untersuchungen KILLERMANN'S sogenannte Schlaf- und Winterherbergsnester, in denen er in größerer Zahl einer übergroßen Abkühlung zu entgehen sucht. Aus diesem Grunde überwintern gemeinschaftlich nicht nur, wie bekannt, die Bienen, sondern nach W. SCHOENICHEN auch Kreuzottern, Blindschleichen, Regenwürmer, Raupen, Marienkäferchen und andere Tiere.

Sind die Ausdehnungen so beschaffen, daß die Natur zu dem von ihr geplanten Ziele nicht gelangen kann, so bedient sie sich eigenartiger Kunstgriffe. Wo z. B. der Sitz gewisser Sinneswahrnehmungen auf der Oberfläche von Organen ist, wird diese stark vergrößert, wenn eine größere Leistung erwartet wird. Dadurch erklärt sich die relative Menge von Windungen und Furchen auf der Oberfläche des Gehirns, betrachtet bei verschiedenen Tieren und Menschen. So läßt sich die Funktion der Nasenmuscheln und ihre besondere Form bei Wiederkäuern und Raubtieren verstehen.

Die hervorgehobenen Gesetzmäßigkeiten aus den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften lassen sich mit A. WITTING etwa in folgender Weise zum Ausdruck bringen: „Wenn für einen Naturkörper von bestimmter Form ein Gleichgewicht zwischen Kräften notwendig ist, die verschiedenen Dimensionen der linearen Dimension proportional sind, so ist dieser Körper nur in einer ganz bestimmten Größe möglich“.



Außer diesen zehn Ordentlichen Sitzungen und den sich anschließenden Außerordentlichen Sitzungen, welche der Erledigung geschäftlicher Angelegenheiten dienten, fanden noch vier Versammlungen der Gesellschaft statt, in welchen folgende vor den Mitgliedern, ihren Damen und Gästen durch Lichtbilder illustrierte Vorträge gehalten wurden:

1. Vortrag des Herrn Professor Dr. SPIES-Posen: „**Über radioaktive Stoffe**“; mit Demonstrationen von Experimenten und Projektions-Bildern; am 9. Januar im Apollosaal des Hôtel du Nord.
2. Vortrag des Herrn RUDOLF ZABEL-Berlin: „**Zur Kriegszeit in Japan und Korea**“; mit Demonstrationen von Lichtbildern mittels des Skioptikons der Gesellschaft; am 20. Februar im „Danziger Hof“.
3. Vortrag des Herrn Geheimrat Professor Dr. MIETHE-Charlottenburg: „**Über farbige Photographie**“; mit Demonstration von Lichtbildern mittels des Projektionsapparats; am 1. Dezember im Schützenhause.
4. Vortrag des Herrn Geheimrat Professor Dr. MIETHE-Charlottenburg: „**Die Natur im Spiegel der farbigen Photographie**“; mit Demonstration von Lichtbildern mittels des Projektionsapparats; am 2. Dezember im Schützenhause.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften der Naturforschenden Gesellschaft Danzig](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [NF_11_4](#)

Autor(en)/Author(s):

Artikel/Article: [Bericht über die ordentlichen Sitzungen der Gesellschaft im Jahre 1905. VII-XXXIII](#)