©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Hitze und Kälte.

Von

Hofrath Prof. Dr. A. Bauer.

Vortrag, gehalten den 3. November 1897.

(Mit Experimenten.)

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

I.

Vor fünfhundert Jahren wurden in Paris obrigkeitliche Befehle bekanntgegeben,[1]) durch welche es den Hausbesitzern bei sonstiger schwerer Strafe zur Pflicht gemacht wurde, in den Zeiten großer Sommerhitze täglich mehrmals einige Eimer Wasser vor den Thoren ihrer Gebäude auf die Straße zu gießen, um die Luft zu „temperieren". Gleichzeitig wurde strenge untersagt, in den heißen Sommermonaten Stroh oder dergleichen auf offener Straße zu verbrennen.

Diese Verfügungen lassen wohl erkennen, wie unangenehm schon damals die Einflüsse extremer Temperaturen empfunden wurden, denn dass man auch der Kälte des Winters gegenüber nicht gleichgiltig war, darf wohl als sicher angenommen werden, nur konnte man in diesem Falle nicht so leicht an die Hausbesitzer appellieren. Wir Menschen sind eben sehr empfindlich gegen Schwankungen in der Temperatur, und bekanntlich kann man, namentlich in Sommer-

---

[1]) Trois réglements du prévôt de Paris (11 Juillet 1371, 19 Juillet 1392, 27 Juin 1397).

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

frischorten, nur zu häufig die Frage erörtern hören, was leichter zu ertragen sei: „die Hitze“ oder „die Kälte“.

Allerdings sind die Grenzen, innerhalb welcher die Existenz organisierter Geschöpfe und namentlich der Menschen möglich ist, recht enge gegenüber den extremen Temperaturen, die wir künstlich zu erreichen vermögen und die von 250° unter, bis 4000° C. ober Null sich erstrecken. Allein immerhin sind diese Grenzen weiter auseinandergerückt als diejenigen, innerhalb welcher die Existenz behaglich erscheint, ja für kurze Zeit und unter gewissen Umständen können dieselben sogar erheblich überschritten werden. Ritschie und Lyon haben in Afrika wochenlang bei einer Temperatur von 50—60° C. (im Schatten) zugebracht, während andererseits zu Werchojansk in Ostsibirien eine ständige Bevölkerung bei einer Wintertemperatur von — 63° C. lebt, wobei während des Jahres Schwankungen innerhalb des Maximums und Minimums bis zu 100 Graden vorkommen, und doch gewöhnen sich die Eingebornen an diese Differenzen und klagen vielleicht nicht so viel wie wir, über Temperaturänderungen.

Derartige Betrachtungen haben zu Studien Veranlassung gegeben, die schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts dahin gerichtet waren, zu ergründen, welche Wirkung extrem hohe Temperaturen auf den Menschen auszuüben vermögen, während das Studium dieser Frage nach der entgegengesetzten Seite, der extrem tiefen Temperatur, eigentlich erst unseren Tagen vorbehalten blieb.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Was den Einfluss hoher Hitzegrade anbelangt, so wurde erkannt, dass man extreme Hitzegrade ohne Schaden ertragen kann, wenn die Luft trocken ist, ein Thema, über welches zuerst Tillet im Jahre 1764 in den Memoiren der Pariser Akademie schrieb. Bald darauf beschäftigten sich Fordyce, Banks, Solander und Blagden in England mit derselben Angelegenheit und behaupteten, dass es ihnen möglich gewesen ist, durch kurze Zeit eine dem Siedepunkte des Wassers nahekommende Temperatur der Luft zu ertragen. Manche andere ähnliche Angaben aus jener Zeit wollen wir unberücksichtigt lassen, da sie uns zu unwahrscheinlich erscheinen.

Übrigens wurde experimentell nachgewiesen, dass durch kurze Zeit trockene Luft von $+ 100^0$ bis $+ 110^0$ C. ohne Schaden eingeathmet werden kann, und Pictet fand, dass Thiere auch Luft von $- 100^0$ bis $- 130^0$ C. einathmen können, ohne einen nachweisbaren Schaden zu nehmen. Derselbe Forscher hat auch zu unserem größten Erstaunen nachgewiesen, dass es möglich ist, den menschlichen Körper, allerdings mit Ausnahme des Kopfes, ohne Nachtheil für die Gesundheit, ja vielleicht mit Vortheil für dieselbe, durch mehrere Minuten einer Temperatur von mehr als 100 Graden unter Null auszusetzen.

Den Einfluss der niedrigen Temperatur auf den Organismus der Thiere hat man bekanntlich schon in sehr früher Zeit am Einfrieren der Fische beobachtet.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

II.

Bevor wir näher auf die Erörterung dieses Gegenstandes eingehen wollen, sei etwas gesagt über die Messung der Hitze- und Kältegrade. Im 8. Jahrhundert trachtete Geber, die Leistungen der Vorrichtungen zur Wärmeapplication zu messen, und unterschied je nach „der Dicke des Ofens" drei Grade, was im 17. Jahrhundert Libavius bestimmter zu formulieren versuchte, indem er vier Wärmegrade unterschied, und zwar in der Art, dass der erste der Hand noch „nicht weh thut", der zweite ihr „weh thut", ohne sie aber zu „verletzen", der dritte durch glühendes Eisen charakterisiert wird und der vierte die darüber hinausgehende Hitze bedeutet. Das erste Object, welches als ein eigentliches Instrument angesprochen werden kann, und welches zur Wärmemessung diente, war eine Art Luftthermometer, welches der Holländer Cornelius Drebbel im Jahre 1640 construierte. Thermometer in der jetzigen Gestalt, mit einer Flüssigkeit, und zwar ursprünglich mit Weingeist gefüllt, stellten zuerst um das Jahr 1670 die Mitglieder der Accademia del Cimento in Florenz her. Die Füllung mit Quecksilber wurde von Halley vorgeschlagen und von Fahrenheit 1714 ausgeführt.

Dieser nahm ursprünglich sechs Grade der Wärme an für chemische Operationen; der erste umfasst die Temperatur, innerhalb welcher die Pflanzen Lebenskraft zeigen (0—80 ^{0} F.), der zweite, wo Thiere leben (40—94 ^{0} F.), der dritte von da bis zum siedenden

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Wasser, der vierte bis zur Temperatur des kochenden Quecksilbers, der fünfte den Hitzegrad der Verbrennung und der sechste die höchste Temperatur der Brenngläser.

Die Eintheilung des Abstandes vom Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers in 80 Grade rührt von Réaumur (1730) und die Einführung der 100 theiligen Scala von Celsius (geb. 1701) her.

Für die Aufgabe, extrem hohe oder extrem tiefe Temperaturen zu messen, wie sie uns heute entgegentritt, sind die gewöhnlichen Thermometer nicht mehr ausreichend, obwohl man Quecksilberthermometer construiert, deren Luftraum mit comprimierter Kohlensäure gefüllt ist und die bis + 550° C. genau sind. Für tiefere Temperaturen dienen Weingeist- oder Ätherthermometer, welch letztere bis — 220° gut zu verwenden sind. Auch reines Toluol und reines Schwefeldioxyd wird häufig zum Füllen verwendet. Nur muss man die Scala nach einem guten Luft- oder Wasserstoffthermometer entwerfen, denn diese Gasthermometer sind in solchen Fällen in erster Linie in Betracht zu ziehen, wenn auch etwas unhandlich. Zum Füllen kann man für diese Instrumente heute mit Vortheil Argon oder Helium verwenden, zunächst wegen der Indifferenz dieser Stoffe. Die genaueste Temperaturmessung ist immerhin diejenige, die auf der Beobachtung der Ausdehnung der Gase beruht, denn sie dient ja als die Basis für die normale Scala, allein dieselbe hat den unleugbaren Übelstand, dass man auch die Ausdehnung des Gefäßes in Betracht ziehen muss, was nur mit Hilfe

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

einer mehr oder minder ungenauen Interpolation oder Extrapolation möglich ist. Dagegen lässt sich nach Daniel Berthelot ein anderer Weg der Temperaturmessung darauf stützen, dass der Brechungsindex eines Gases nur von seiner Dichte, nicht von seiner Temperatur abhängig ist, doch kann darauf hier nicht näher eingegangen werden. Eine eigenthümliche Form einer thermoelektrischen Temperaturmessung wurde von J. Rosenthal beschrieben, welche auf der Verwendung von Kupfer-Eisenpaaren beruht; die Messung ist nicht eine der Stromstärke, sondern die der elektromotorischen Kraft. Andere benützen für hohe Temperaturen ein Platin-Widerstandsthermometer, welches auf der Veränderlichkeit des elektrischen Widerstandes mit der Temperatur beruht. Auch Thermoelemente aus Platin und Platinrhodium sind in Anwendung gebracht worden, und Pyrometer aus solchen Thermoelementen in Verbindung mit handlichen Galvanometern sind in den Handel gekommen, welche eine unmittelbare Ablesung der Temperatur ermöglichen.

Joly construierte einen Apparat, der im wesentlichen aus einem schmalen Streifen Platin besteht, der durch einen Strom erhitzt wird und dessen Temperatur aus seiner Verlängerung mittels einer Mikrometerschraube mit elektrischem Contact durch Zuhilfenahme von Schmelzpunkten gewisser Normalsubstanzen gemessen wird.

Allerdings lassen alle diese Vorrichtungen noch viel zu wünschen übrig, und man muss nur hoffen, dass

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

es den Physikern gelingen wird, recht bald entsprechende Mittel zu finden, um für die extremen Temperaturgrade, über die wir heute verfügen, ein geeignetes, handliches Messinstrument zu finden.

III.

Zweifellos genügt die primitivste Betrachtung der Naturerscheinungen, um auf die Veränderungen aufmerksam zu werden, die im allgemeinen durch höhere Temperaturgrade hervorgerufen werden, und solche Beobachtungen waren es auch, die in erster Linie zur Ausführung chemischer Operationen führten, ferner Schmelzprocesse ersinnen ließen und zur Gewinnung von Metallen, ja zum Studium der Verbrennungserscheinungen selbst, Veranlassung boten, deren richtige Erklärung zu geben jedoch erst am Ende des vorigen Jahrhunderts gelang.

Plinius spricht schon von der großen Verschiedenheit der zu metallurgischen Zwecken dienenden Öfen, und Geber beschreibt in seinen Werken die verschiedenen zum Calcinieren, Destillieren und Schmelzen dienenden Vorrichtungen. Ziegelöfen werden schon im Alten Testament erwähnt, und der Athanor der Alchemisten war ein für Schmelzzwecke bestimmter, unseren Füllöfen analoger Apparat. Agricola, dann J. J. Becher, besonders aber Pott (1750) trugen viel dazu bei, die für chemische und metallurgische Zwecke bestimmten Öfen zu verbessern und hohe Hitzegrade

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

nebst constanter Temperatur zu erreichen, wobei selbstverständlich auch auf die Wahl des Brennmaterials Bedacht genommen wurde. Allein alle diese „chemischen Öfen“ konnten nicht genügen, um den Anforderungen gerecht zu werden, die man bezüglich der Höhe der Temperatur stellte. Kunkel griff zu diesem Zwecke zum Glasofen, und D'Arcet studierte (1766) den Einfluss der Hitze des Porzellanofens auf verschiedene Substanzen.[1]) Allein schon in sehr früher Zeit war es den Beobachtungen Einzelner nicht entgangen, dass die durch Brenngläser oder Brennspiegel erzeugte Hitze sich vortrefflich zum Hervorrufen sehr hoher Temperaturen eignet.

Brenngläser waren schon zur Zeit des Aristophanes in Athen in Gebrauch, was De la Hire im Jahre 1708 aus einer Erzählung dieses Schriftstellers schloss, nach welcher Stephanides sich anheischig machte, um sich von seinen Schulden zu befreien, den „schönen durchsichtigen Stein, mit dem man Feuer anzünden könne“, zu verwenden, um mittels der Sonnenwärme die „Rechnungen auszuschmelzen“, die man ihm zur Bezahlung vorlegen werde, wobei es sich offenbar um eine Schrift auf Wachstafeln gehandelt hat.

---

[1]) Die Temperatur im Hochofen wird auf Grund neuer Messungen mit 1400—1930° C., die im Porzellanofen mit 1370° C., die im Siemens-Martinofen mit 1500° C. und im Hoffmann'schen Ziegelofen mit 1100° C. angenommen.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Dass die Alten mittels Kugeln aus Bergkrystall oder Glas, welch letztere mit Wasser gefüllt waren, Dinge anzuzünden verstanden, erhellt übrigens auch aus Angaben Plinius', wobei allerdings bemerkt werden muss, dass die Alten wohl kugelförmige, aber keine eigentlichen linsenförmigen Brenngläser gekannt haben, durch deren Construction im 17. Jahrhundert Ehrenfried Walther v. Tschirnhausen sich auszeichnete. Er war es, der das Brennglas dadurch wesentlich verbesserte, dass er eine größere derartige Linse mit einer zweiten kleineren combinierte, die eine geringere Brennweite besaß, die er „Collectivglas" nannte und durch welche die „schon convergierenden Sonnenstrahlen noch mehr zusammengelenkt" wurden. Auf seinen Gütern in der Oberlausitz hatte er eigene, durch Wasserkraft betriebene Schleifereien für seine Linsen eingerichtet und dort ein nachmals berühmt gewordenes Brennglas von 33 Zoll Durchmesser und 7 Schuh Brennweite hergestellt, welches in den Besitz des Grafen Latour d'Auvergne übergieng. Ein ähnliches Instrument von 12 Schuh Brennweite erwarb die damalige französische Akademie, und ein drittes kam in die Rathhausbibliothek zu Görlitz.

Von eigenthümlicher Art waren auch die Brenngläser, welche durch Zusammenfügen von zwei hohlen Uhrglasförmigen Glasschalen hergestellt wurden, indem man deren Zwischenräume mit Wasser füllte, eine Idee, die bei Herstellung des großen Brennglases benützt wurde, welches vor der französischen Revolution

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

am Ende des vorigen Jahrhunderts im königlichen Schlosse in Paris sich befand und im Jahre 1774 unter der Aufsicht von Montigny, Macquer, Cadet, Lavoisier und Brisson auf Kosten des Staatsrathes Trudaine durch Beznières in Paris angefertigt wurde und dessen Wirkungen ungemein stark waren.

Dieses Brennglas, welches auf einem eigenen Gestelle montiert war, bestand aus zwei nach einer Kugelfläche von 8 Schuh im Halbmesser gekrümmten Gläsern, welche, mittels eines Kupferreifens aneinandergesetzt, einen linsenförmigen Raum zwischen sich leer ließen, der 4 Fuß im Durchmesser hatte und in der Mitte 6 Zoll 5 Linien dick war. Die Dicke des Glasmateriales betrug überdies 8 Linien, und der innere Raum wurde statt mit Wasser mit Weingeist und später mit Terpentinöl gefüllt. Die Wirkung dieses Instrumentes übertraf weit die der älteren Linsen Tschirnhausens.

Brennspiegel wendete man ebenfalls schon im Alterthume zur Hervorbringung hoher Temperaturen an, und man wollte sogar die bekannte Sage, wonach Prometheus das Feuer vom Himmel geholt habe, durch die Anwendung dieser Instrumente erklären. Sicher ist, dass Euklides in seiner Katoptrik dieser Apparate gedenkt, und auch die Priesterinnen der Vesta, deren Dienst schon vor der Erbauung Roms in Italien üblich war, und die das ewige Feuer unterhalten und, wenn dieses erlosch, es nur mit dem reinsten Feuer,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

d. i. dem Feuer der Sonne anzünden durften, sollen sich der Brennspiegel bedient haben.

Auch Plinius spricht von diesen Instrumenten, und allbekannt ist die Sage, dass Archimedes die Flotte des Marcus Claudius Marcellus vor Syrakus mit Hilfe der Brennspiegel in Brand gesteckt habe, allerdings eine ziemlich willkürliche Deutung der diesen Gegenstand behandelnden Erzählung. Roger Bacon kannte die Brennspiegel, und sowohl im 16. wie im 17. Jahrhundert werden verschiedene Männer namhaft gemacht, die sich durch die Herstellung trefflicher Brennspiegel von großer Brennweite ausgezeichnet haben, so J. A. Maginus in Bologna, Manfred Septala in Mailand und Vilette in Lyon, allein auch hier that sich Tschirnhausen besonders hervor, der zum speciellen Zweck der Verbrennung von Diamanten einen großen Brennspiegel construierte.

Das Material, welches man zur Herstellung dieser Apparate verwendete, war fast ausschließlich Metall, aber es wurden auch andere Stoffe versuchsweise herangezogen, wie beispielsweise Pappe oder Stroh; letzteres wurde von dem Ingenieur Naumann in Wien im Jahre 1699 verwendet.

Den Brennspiegeln und Brenngläsern erwuchs ums Ende des vorigen Jahrhunderts ein mächtiger Concurrent in der Verwendung des Sauerstoffes. Allerdings heißt es noch im Jahre 1819, in Poppe's technologischem Lexikon von den Brennspiegeln und Brenn-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gläsern, dass sich mit diesen „solche Körper schmelzen lassen, die bis dahin jeder Wirkung des Feuers unserer Öfen widerstanden hatten“, allein es wird sofort bemerkt, dass, wenn man einen Strom von Lebensluft (Sauerstoff) in das Feuer leitet, das Schmelzen noch leichter und schneller vor sich geht, so dass sogar „sehr spröde Steine“ hiedurch zum Schmelzen gebracht werden können, und endlich wird dabei auch schon des Knallgases gedacht, welches von Newman in einer geeigneten Vorrichtung der Erzeugung hoher Temperaturen dienstbar gemacht worden war. Dieses gibt eine Hitze, „wie man sie vorher noch nie in der Welt hervorbringen konnte“ und welcher „auch die festesten Edelsteine“ nicht zu widerstehen vermögen, sagt der Verfasser.

Ein entscheidender Schritt in der Anwendung des Knallgases geschah durch H. Saint-Claire-Deville und H. Debray, die sich um die Mitte der Fünfzigerjahre über Aufforderung des Fürsten Demidoff mit dem Studium der Methoden zur Gewinnung des Platins aus seinen Erzen beschäftigten und sich hiebei des Knallgases zum Schmelzen des Platinmetalles bedienten. Es gelang ihnen, 12 *kg* dieses Metalles auf einen Satz zum Schmelzen zu bringen, und sie demonstrierten dieses Experiment vor einem zahlreichen Auditorium.

Ihre Schmelzgefäße waren aus Kalk construiert, und als Heizmaterial diente Leuchtgas, das mit Sauerstoff verbrannt wurde, wobei 60—100 *l* des letzteren für je 1 *kg* Platin in Verwendung kamen. Es bedeutet diese Einführung des Knallgases einen großen Fort-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schritt in der Platin-Industrie, und man verdankt derselben insbesondere die Möglichkeit der Herstellung einer trefflichen, höchst widerstandsfähigen Legierung des Platins mit dem noch schwerer schmelzbaren Iridium, welche im Jahre 1870 zur Herstellung der von der internationalen Metercommission angefertigten Mormalmaßstäbe und Normalgewichte diente. Um diese Objecte aus einer vollständig gleichförmigen Legierung darzustellen, wurde von Tresca unter Mithilfe des ausgezeichneten englischen Technikers S. Matthey die ganze Menge von 250 *kg* der Legierung auf einmal in der Zeit von $1^1/_2$ Stunden zusammengeschmolzen und hiebei nur 31 m^3 Sauerstoff und 24 m^3 Leuchtgas verbraucht.

In jüngster Zeit ist auch diese Wärmequelle übertroffen und durch den elektrischen Strom in Form des elektrischen Flammenbogens verdrängt worden.

Henri Moissan, dem es gelungen war, das Fluor zu isolieren, wurde infolge seiner Studien mit diesem Körper zur Construction eines Apparates veranlasst, durch welchen man die höchsten Temperaturen erzielen kann, die bisher erreicht wurden, des sogenannten elektrischen Ofens.

Er stellte sich nämlich zunächst die Aufgabe, die Reactionen dieses mit beispielloser chemischer Energie ausgestatteten Grundstoffes, des Fluors, gegen andere Körper zu studieren, und zog zunächst die drei Modificationen des Kohlenstoffes, amorphe Kohle, Graphit und Diamant, in den Kreis seiner Arbeiten, und nachdem

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

er erkannt hatte, dass der hohe Druck eine hervorragende Rolle bei der Krystallisation des Kohlenstoffes spielt, bediente er sich der Ausdehnung, welche das Eisen im Momente seines Überganges aus dem flüssigen in den festen Zustand erfährt, um diesen Druck hervorzurufen. Daraus resultierte das Bestreben, bei möglichst hoher Temperatur möglichst viel Kohlenstoff im Eisen zu lösen, und dies führte endlich zur ersten Anwendung des elektrischen Flammenbogens zur Hervorrufung dieser hohen Temperatur.

Dieser elektrische Schmelzofen von Moissan und J. Violle bestand in seiner ursprünglichen Form aus einem Kohlencylinder, in dessen Hohlraum der elektrische Lichtbogen zwischen zwei wagrechten Elektroden überspringt. Oben und unten ist der aus Retortengraphit und Theer gepresste Cylinder mit eben solchen Platten bedeckt. Umgeben ist der Cylinder von einem Kalksteinblock, welcher jedoch einen Luftraum von 5 *mm* lässt; zwischen Boden und Steinblock ist Magnesia gebracht. Für Ströme von 300—500 Amp. hat der Kohlencylinder 65 *mm* Durchmesser. Die 30 bis 35 *mm* dicken Kohlenelektroden sind verschiebbar und am äußeren Ende mit Kupfermuffen verbunden, zu denen die Leitungskabel führen. Die erzielte Hitze wurde mittels Graphitstücken calorimetrisch zu 2000 bis 3000° C. bestimmt.

Bald wurden die elektrischen Öfen direct aus Blöcken von dichtem Kalkstein hergestellt und auch für einen continuierlichen Betrieb eingerichtet, wie

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

dies des näheren in Moissans höchst interessantem Werke: „Der elektrische Ofen“ [1]) beschrieben ist, in welchem man sich auch über alle von diesem höchst verdienstvollen Forscher mit seinem Apparate erzielten Resultate unterrichten kann. Hier vermag ich nur einige wenige diesen Gegenstand betreffende Daten hervorzuheben.

Moissan hat gezeigt, dass sich mit Hilfe seines elektrischen Ofens Gold und Silber, ja Platin, Aluminium, Mangan, Eisen, Bor, Kohlenstoff und Uran, sowie der Kalk, die Magnesia, Zirkonerde und Kieselsäure vergasen lassen. Heute gibt man den Siedepunkt des Kohlenstoffes zu 3600° C. an, eine Ziffer, für deren Richtigkeit verschiedene Momente in die Wagschale geworfen werden.

Silber wurde übrigens schon lange vor Erfindung des elektrischen Ofens von dem belgischen Chemiker Stas gelegentlich seiner classischen Untersuchungen über die Atomgewichte der Elemente in Quantitäten von mehreren Kilogramm durch Destillation mittels des Knallgasgebläses gereinigt.

Die Studien über Krystallisation des Kohlenstoffes führten Moissan zur künstlichen Herstellung des Diamanten, dieses prachtvollen Edelsteines, welcher schon in früherer Zeit eine so hervorragende Rolle beim Studium der hohen Temperaturen gespielt hat.

---

[1]) Der elektrische Ofen von Henri Moissan, deutsche Ausgabe von Dr. Theodor Zettel, Berlin 1897. Fischers technologischer Verlag M. Krayn.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Kunkel fand ihn widerstandsfähig gegen die „hohe Hitze“ seines „Goldofens“, in welchem er ihn „30 Wochen“ beließ, aber schon Newton vermuthete, allerdings aus Gründen, die heute nicht mehr als stichhältig bezeichnet werden können, dass er brennbar sei, und im Jahre 1695 bewiesen die italienischen Gelehrten Averani und Targioni mittels der Hitze eines Tschirnhausen'schen Brennspiegels, dass er wirklich verbrenne oder doch durch Hitze verflüchtbar ist.

Kaiser Franz I. wiederholte denselben Versuch im Jahre 1751, der später von d'Arcet, Macquer, besonders aber von Lavoisier im Jahre 1773 neuerdings durchgeführt wurde. Dass der Diamant wirklich verbrennt und nicht blos verflüchtigt wird, bewies zuerst Tennant im Jahre 1796, und nun wurde das Experiment öfters wiederholt und auch zur genauen Bestimmung des Atomgewichtes des Kohlenstoffes in Anwendung gebracht.

Auch Moissan beschäftigte sich mit dieser Angelegenheit und stellte fest, dass der Diamant, in reinem Sauerstoffe zum Verbrennen gebracht, sich bei Temperaturen zwischen 690 und 840° C. entzündet. Die Herstellung künstlicher Diamanten aus gewöhnlicher amorpher Kohle gelang auf folgenden Weg.

Moissan schmolz zunächst einige hundert Gramm weichen Eisens im elektrischen Ofen und führte dann rasch einen kleinen, mit gepresster Zuckerkohle gefüllten Eisencylinder in die Schmelze ein, wobei sich das weiche Eisen unter chemischer Bindung mit einem Maximum

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

von Kohlenstoff vereinigte. Nunmehr wurde der Tiegel herausgenommen und durch Eintauchen in ein Bad von geschmolzenem Blei schnell abgekühlt (Wasser erwies sich wegen massenhafter Dampfentwicklung als weniger geeignet zur Kühlung), so dass das Eisen an den äußeren Partien sofort erstarrte und die inneren Theile infolge der Zusammenziehung der äußeren beim weiteren Erstarren einem äußerst hohen Druck ausgesetzt wurden. Unter diesen Umständen schied sich der Kohlenstoff zum Theile in Form von Diamant aus und konnten die Körner dieses Körpers, die einen Durchmesser von etwa 0·5 *mm* und das Ansehen der Capdiamanten zeigten, durch Auflösen des Eisens in einer Säure erhalten werden.

Ähnliche Versuche mit Anwendung hoher Temperatur, die schon vor einer Reihe von Jahren begonnen wurden, haben zunächst Borchers zu der Überzeugung geführt, dass es gar kein Metalloxyd gibt, welches nicht durch Kohle reducierbar wäre, wenn man nur die Temperatur hoch genug steigert. Allein diese letztere Bedingung kann man eben zuweilen nur durch den elektrischen Flammenbogen erfüllen, und die Anwendung dieser Methode führte uns zur Erkenntnis einer großen Zahl hochinteressanter Metallcarbide, welche wie das Calciumcarbid und das Siliciumcarbid (Carborundum) eine große Bedeutung für die Industrie gewonnen haben.

Diese Metallcarbide zersetzen sich mit Wasser unter Bildung von Kohlenwasserstoffen, und manche

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

davon, wie das Carbid des Urans, lassen dabei neben gasförmigen auch flüssige und feste Kohlenwasserstoffe entstehen, eine Reaction, die zur Erklärung der Entstehung des Erdöls und namentlich des Asphalts volle Beachtung verdient. Überhaupt erscheinen die Vorgänge im „elektrischen Ofen“ von größter Bedeutung für die Geologie, denn der Chemismus dieses Feuerherdes steht thatsächlich den Vorgängen in früheren Perioden der Erdbildung nahe.

Bei hohen Temperaturen werden übrigens viele Körper nicht nur vergast, eine Änderung, die man gewissermaßen als ein Zerstäuben in Molecüle bezeichnen könnte, sondern ihre Molecüle selbst können durch entsprechende Hitzegrade noch weiter getheilt werden, und es wäre gewiss hochinteressant, zu erfahren, von welcher Beschaffenheit die kleinsten Theilchen mancher Substanzen bei der Temperatur etwa des elektrischen Ofens sind.

Solche Studien gipfeln experimentell in der Bestimmung der Gasdichte bei gewissen Temperaturen und finden naturgemäß ihre Grenze an der technischen Ausführbarkeit, der Feuerbeständigkeit der Gefäße etc., eine Grenze, die leider ziemlich nahe liegt und 1500 bis 1700° C. bisher kaum überschreiten ließ.

Victor Meyer, dessen Tod wir vor wenigen Monaten zu beklagen hatten, erwarb sich durch derartige Untersuchungen bereits große Verdienste, indem er zeigte, dass einige Elemente, und zwar die Halogene Chlor, Brom und Jod, deren Molecüle aus zwei Atomen be-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

stehen, bei hoher Temperatur in einfache, aus je einem Atom bestehende Elemente zerfallen (Cl_2, Br_2 und J_2 gehen in Cl, Br, J über). Vielleicht wäre es möglich, noch weitere derartige Spaltungen durchzuführen, ja es erscheint nicht ausgeschlossen, dass solche Elemente bei entsprechend hoher Temperatur noch weiter zerfallen und Componenten von anderen und eigenthümliche Eigenschaften liefern. Allein die Fortführung dieser Untersuchungen über gewisse Grenzen scheiterte, wie gesagt, an der Unzulänglichkeit der vorhandenen Mittel.

Allerdings hat dieser geniale Forscher kurz vor seinem im Sommer des Jahres 1897 erfolgten plötzlichen Tode im Verein mit Max v. Recklinghausen eine neue Reihe von Untersuchungen über die Dampfdichtenbestimmungen bei extremen Hitzegraden begonnen und angegeben, dass es ihm gelungen ist, im Magnesit von Veitsch in Steiermark ein Material gefunden zu haben, das nach entsprechender Vorbereitung sich zur Herstellung von Gefäßen eignet, die gestatten dürften, seine Versuche über die vorher erlangte Temperatur von 1500 bis 1700° C. hinauszuführen.

Meyer äußert sich gelegentlich eines Vortrages über das Wesen und die Bedeutung seiner Experimente mit folgenden treffenden Worten: „Da die Chemie bereits eine beträchtliche Zahl von Gasen kennt, welche aus einem Atom bestehen — ich nenne nur Quecksilber, Cadmium, Zink und Jod — so wird der Versuch darüber Auskunft geben können, ob wir bei der Auflösung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in diese jetzt also benannten Atome wirklich schon bis zur letzten uns zugänglichen Zertheilung der Materie vorgedrungen sind."

IV.

Ungleich schwerer als die Beobachtung der Wirkungen hoher Hitzegrade gestaltete sich ursprünglich die Erkenntnis des Einflusses tiefer Temperaturen.

Allerdings hat man schon im Alterthume bemerkenswerte Vermuthungen an die Wirkung großer Kältegrade geknüpft und insbesondere der Ansicht gehuldigt, dass so wie die Luft, wie man meinte, durch Hitze aus Wasser gebildet und durch Abkühlung auch im Wege der Wolkenbildung wieder in Wasser übergeführt werde, dieses noch weiter durch Kälte in Eis und durch noch größere Kälte in Bergkrystall verwandelt werden könne. Allein man konnte bei directen Beobachtungen über den durch strenges Frostwetter erzielten Kältegrad nicht hinauskommen und daher auch nicht daran gehen, diese oben erwähnten Ansichten einer experimentellen Prüfung zu unterziehen!

Thatsächlich währte es lange, bis man endlich im 16. Jahrhunderte auf die Temperaturerniedrigung aufmerksam gemacht wurde, die beim Auflösen gewisser Salze in Wasser eintritt.

Wann diese Beobachtung zuerst gemacht wurde, ist nicht bekannt, jedenfalls wusste man aber in Russland schon vor langer Zeit, dass, um die Eisblumen von

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

den Fensterscheiben zu entfernen, es am besten ist, diese mit einem in Salz getauchten Schwamme abzureiben. Auch ist es bekannt, dass Robert Boyle in seinen Schriften im Jahre 1667 die Herstellung von Frostmischungen aus Salzen beschrieb, allein schon 100 Jahre vorher soll ein Spanier, Blasius Villafranca, der als Arzt in Rom lebte, sich des Salpeters bedient haben, um durch dessen Auflösung in Wasser „künstliche Kälte“ zu erzeugen und eine praktische Anwendung davon zu machen. Ja, um das Jahr 1550 soll in Rom alles Wasser und der Wein, welcher an der Tafel der Vornehmen und Reichen getrunken wurde, durch dieses Mittel gekühlt worden sein.

Auch eine Kältemischung aus Schnee und Salpeter wurde im Jahre 1607 von Latinus Tanerdus beschrieben, und im Jahre 1791 berichtet Leonhardi, dass Mischungen von Eis und Kochsalz oder Salmiak oder Salpeter sowohl in der Küche als in der Chirurgie und Heilkunde zur Hervorrufung niedriger Temperaturen mit Vortheil anwendbar sind.

Diese Frostmischungen, welche auf der Anwendung von Salzen beruhen, haben auch in unseren Tagen noch eine gewisse Bedeutung und wurden insbesondere von Thomson näher untersucht. Dieselben haben auch eine wichtige Rolle gespielt bei der ersten Beobachtung des Gefrierens von Quecksilber, obgleich diese Erscheinung wohl zuerst zufällig durch die Wirkung großer Winterkälte auf das flüssige Metall erkannt worden sein dürfte. Die Geschichte der ersten Beobachtungen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

über das Gefrieren des Quecksilbers ist in ihren Details wenig bekannt und mag daher hier kurz erwähnt werden.

Im Jahre 1734 sah Gmelin auf seiner Reise in Sibirien, dass das Quecksilber in Jeniseisk im Thermometer bis — 120° F. fiel, anscheinend ohne an seiner Eigenschaft, flüssig zu sein, Einbuße zu erleiden. Später glaubte er an anderen Orten, wie in Yakutsk und Kirengafort beobachtet zu haben, dass das Quecksilber im Thermometer fest geworden war. Ähnliches glaubte Maupertius in Tornea und Gauthier zu Quebeck gesehen zu haben, ohne sich bestimmt darüber aussprechen zu können. Ganz bestimmt erkannte aber das Festwerden des Metalles Braun am 14. December 1754 zu St. Petersburg bei einer Winterkälte von — 34°, wobei er sein (Fahrenheit'sches) Thermometer durch eine Frostmischung aus gestoßenem Eis und Salpetersäure auf — 69° „und noch weiter" abkühlte. Alles Quecksilber war, in die Kugel gesunken, dort fest geworden und blieb durch zwölf Minuten in diesem Zustande. Die Kugel wurde nicht verletzt. Braun wiederholte sein Experiment am 25. December desselben Jahres, wobei er das Metall in eine weite gläserne Röhre that. Er setzte seine Versuche über diesen Gegenstand durch mehrere Winter fort und schrieb darüber eine ausführliche Abhandlung, die er im Jahre 1760 veröffentlichte. Übrigens bemerkt Braun, dass Blumenbach in Göttingen der erste war, welcher das Quecksilber zum Gefrieren brachte, wobei er eine Frostmischung aus Schnee und Salmiak verwendete. Hulchins beobachtete das

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Gefrieren des Quecksilbers zweimal im Winter 1775 in der Hudsonsbay, wobei er sich aber ebenfalls der Braun'schen Kältemischung bediente.

Dieser Gegenstand wurde nun von vielen Forschern mit Eifer verfolgt und einerseits die Frage studiert, ob die Verunreinigungen des Quecksilbers einen Einfluss auf die Gefrierbarkeit desselben ausüben, ja ob ganz reines Metall überhaupt zum Gefrieren zu bringen ist, andererseits aber um zu ergründen, welche Frostmischung sich am besten eignet und welche Temperaturgrenze erreicht werden müsse, um das Quecksilber in feste Form überzuführen.

Fothergill zu Northampton, Bicker zu Rotterdam, dann der Arzt Guthrie in St. Petersburg, sowie Cavendish in Hampstead beschäftigten sich mit dieser Angelegenheit. Dr. Sulzer und Oertel im Jahre 1785, dann Richard Walker 1789, ferner Hermbstädt, Scherer, Bremser, Zanetti, besonders aber Laxmann und viele andere machten eingehende Studien über das Phänomen des Gefrierens von Quecksilber, und endlich beobachtete Pallas schon im Jahre 1772 in Sibirien das Festwerden dieses Metalles bei natürlicher Kälte, was auch Lambert bestätigte, der bei einer Winterkälte von — 50° R. zu Krasnoyarsk ein Viertelpfund Quecksilber, welches sich in einer offenen Tasse im Freien befand, in der Zeit von etwa drei Stunden festwerden sah.

Heute wird das Experiment des Gefrierens von Quecksilber in allen Vorlesungen gezeigt und gelingt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

rasch und leicht mit Anwendung fester Kohlensäure, obwohl eine gute Frostmischung aus circa einem Theile krystallisierten Calciumchlorids mit sechs bis sieben Theilen trockenen Schnees schon genügend ist, um dasselbe mit kleinen Mengen des Metalles zu demonstrieren. Man hat nunmehr sogar die Gesetze der Cohäsion des festen Quecksilbers studiert, indem man aus bei — 150° gefrorenem Quecksilber Stimmgabeln verfertigte und diese ertönen ließ, ferner erkannt, dass dieses Metall bei langsamem Abkühlen in prachtvollen, oft mehrere Centimeter langen, farnkrautähnlichen Krystallen erstarrt.

Was schon Blasius Villafranca versuchte, nämlich zu allen Jahreszeiten und an allen Orten in beliebiger Weise niedrige Temperaturen hervorzurufen und den Bedürfnissen der Menschen dienstbar zu machen, ist in unserem Jahrhunderte in ausgedehnter Weise ein Gegenstand industrieller Bestrebungen geworden, welche sowohl durch die mit Erfolg durchgeführten Versuche, natürliches Eis zu exportieren und zu fabricieren, als auch durch die mit großer Vollkommenheit gelungene Hervorrufung äußerst niedriger Temperaturen als in jeder Richtung gelungen angesehen werden müssen.

Der Versuch, Eis aus kälteren nördlichen Gegenden nach Orten mit höherer Jahrestemperatur zu exportieren, wurde zuerst im Jahre 1805 von Friedrich Tudor gemacht, indem er Eis von Nordamerika nach Cuba verfrachtete. Im Jahre 1833 gelang es, diesen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Handel auf ganz Ostindien auszudehnen, und der Export stieg von 1832—1865, von 4352 Tonnen auf 57.310 Tonnen im Jahre und dehnte sich bald auf weite Strecken aus. Man exportierte das Eis bis China und Australien, man verfrachtete Eis von Norwegen nach England, und selbst für unser Vaterland wurde die Frage des Eishandels studiert und ein höchst interessanter und verdienstlicher Aufsatz über diesen Gegenstand seinerzeit von Dr. Alexander v. Dorn veröffentlicht.

Weit bedeutungsvoller gestaltete sich jedoch diese Angelegenheit durch die Ausbildung der mechanischen Methode zur Erzeugung niedriger Temperaturen, zu welchen eigentlich auch das älteste Verfahren der Eiserzeugung, welches in Indien in Gebrauch stand, zu zählen ist.

Eine Anzahl flacher Schalen von etwa $1^1/_2$ Zoll Tiefe werden mit Wasser gefüllt und in einen etwa 2 Fuß tiefen Kasten gestellt, der mit Stroh angefüllt ist. In trockenen Nächten verdampft ein Theil des Wassers in den Schalen schnell, wenn diese durch das Stroh gegen Wärmeaufnahme gut von außen isoliert sind, so kann die hohe Verdampfungswärme des Wassers nur aus dem Wasser selbst genommen werden, so dass der Rest zum Gefrieren kommt. Es bildet sich auf diese Weise eine dünne Eiskruste.

Dasselbe Princip lag der im Jahre 1810 von Leslie construierten Vacuummaschine zugrunde, und Harrisons Apparat, der im Jahre 1857 hergestellt

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und auch bei uns in Wien demonstriert wurde, übertrug die Verdampfungskälte des Äthers auf das Wasser behufs Herstellung von Eis. Das Hauptverdienst um die erste wirkliche gewerbliche Einführung der Verdampfungsmaschinen gebürt jedoch dem Franzosen Carré (1867), der verflüssigtes Ammoniak zur Anwendung brachte. An die Stelle dieses Agens trat durch die Beobachtungen Pictets bald das verflüssigte Schwefeldioxyd, wobei die Thatsache von entscheidender Bedeutung war, dass dieses vollkommen neutral ist und die Metallbestandtheile der Maschinen durchaus nicht angreift.

Die Bestrebungen, „Kälte“ auf mechanischem Wege „zu erzeugen“, wurde durch praktische Bedürfnisse hervorgerufen, da der durch Witterungs- und Ortsverhältnisse bedingte Eismangel vielfach störend auf gewisse gewerbliche Fabricationen eingriff, und man trachtete daher zunächst, „künstliches Roheis“ darzustellen und durch dessen Vermittlung die entsprechenden niederen Temperaturen hervorzurufen. Allein man erkannte bald, dass es dieser Vermittlung nicht bedarf, und dass die Maschinen, die zur Eisbereitung dienen, leicht auch so eingerichtet werden können, dass sie direct den Zwecken der Kühlung dienstbar werden.

Diese Möglichkeit, leicht größere Räume auf mechanischem Wege mittels kalter Luftströme constant auf niedrigen Temperaturen zu erhalten, hat weiter da-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

hingeführt, Schiffsräume ähnlich wie Schlachthäuser mit Kühlungen zu versehen und zum Transport von Fleisch in großartigem Maßstabe zu verwenden. Schon im Jahre 1891 sind von Neuseeland 1,896.706 und von Australien 334.693 Stück Hammel in gefrorenem Zustande auf Schiffen nach England gebracht worden, und dieser Import stieg noch bedeutend in den darauffolgenden Jahren, ja in neuerer Zeit sind einzelne Dampfer mit 50.000—80.000 Stück gefrorenen Hammeln im Gange gewesen.

Für Fleischräume ist Circulation kalter Luft von $+ 2^0$ bis $+ 4^0$ C. erforderlich, in Gefrierhäusern für Fleisch geht man bis $- 15^0$ herunter, für norwegische frische Fische hat man sogar $- 50^0$ zur Anwendung gebracht, um sie noch nach dem Ausladen möglichst lange gefroren zu erhalten.

Übrigens gibt es eine ganze Reihe von Industriezweigen, für welche die Benützung der Kältemaschinen sich empfiehlt; so bei der Zuckerfabrication, der Butter- und Margarinfabrication bei der Herstellung von Paraffin und Stearin, der Fabrication von Chocolade, der Hefebereitung und der Darstellung von Gelatine.

Eine eigenthümliche Anwendung niedriger Temperaturen in Form einer Kaltluftmaschine fand in Stockholm bei Erbauung eines Tunnels für Fußgänger durch einen Hügel statt, auf dem mehrere Villen standen. Man stieß bei der Ausgrabung auf sehr weichen wässerigen Lehmboden, dessen Beseitigung die Sicherheit der genannten Villen gefährdet hätte. Um diese

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Schwierigkeit zu beheben, brachte man mittels einer Kaltluftmaschine den Grund zum Gefrieren und mauerte dann den Tunnel schleunigst aus. Das wurde stückweise gemacht, indem man den Eingang des Tunnels mit einer doppelten, gut isolierten Bretterwand verschloss. Nachdem die Kältemaschine durch 60 Stunden unausgesetzt in Thätigkeit war, war der Boden zu einer harten Masse gefroren.

Nachdem die Arbeit einmal im Gange war, hatte man nur nöthig, des Nachts die Maschinen in Betrieb zu setzen und bei Tag die Tunnelarbeiten fortzuführen, so dass man den Tunnel in der Länge von etwa 25 *m* in 80 Tagen fertigstellen konnte. Dasselbe Verfahren wurde auch schon beim Abteufen von Schächten in Schwimmsand mit Vortheil zur Anwendung gebracht.

Man hatte früher zwischen Dämpfen und Gasen einen scharfen Unterschied gemacht, indem man betonte, dass erstere durch Kälte „wieder in ihrer vorigen tropfbaren Gestalt niedergeschlagen“, letztere jedoch hiebei zwar in einem engeren Raume „zusammengedrängt, aber nie ihrer elastischen Form beraubt“ werden können. Heute weiß man, dass dem nicht so ist, sondern dass alle dampf- und gasförmigen Körper auch in tropfbar-flüssige Gestalt überzuführen sind, wenn man sie nur unter Anwendung eines bestimmten Druckes auf eine entsprechend niedrige Temperatur abkühlt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Faraday bewies das bekanntlich im Jahre 1823 zuerst für das Cyangas und später für das Chlorgas. Zwölf Jahre nachher wurde das kohlensaure Gas verflüssigt, und im Jahre 1877 gelang auch die Überführung der bis dahin noch immer als permanente Gase geltenden Stoffe, wie Sauerstoff und Stickstoff, in tropfbarflüssige Form.

Als die „flüssige und feste Kohlensäure“ zuerst in größerem Maßstabe durch den Apparat Thiloriers dargestellt und damit im Hörsaale experimentiert wurde, zersprang ein Theil der Vorrichtung und tödtete einen talentvollen jungen Chemiker, Oscar Hervey, was den berühmten Liebig zu dem Ausspruch veranlasste, dass künftige Generationen diesen interessanten Versuch, der Verflüssigung eines Gases, der damit verbundenen Gefahren wegen nicht mehr sehen würden. Allein der Apparat wurde alsbald von unserem Landsmanne Dr. J. Natterer so wesentlich verbessert, dass die Gefahren auf ein Minimum beschränkt waren und das gefürchtete Experiment seither in allen Vorlesungen über Chemie gezeigt wurde.

Heute ist verflüssigte Kohlensäure bekanntlich ein Handelsartikel und dient verschiedenen Zwecken, namentlich aber zur Kälteerzeugung, sowie als Betriebskraft, als welche sie schon Prechtl vor mehr als einem halben Jahrhunderte anzuwenden empfahl.

Allerdings wurden die Schwierigkeiten, die sich diesem Vorhaben namentlich durch das Erstarren der Flüssigkeit entgegenstellten, erst in jüngster Zeit behoben.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Mit der Verflüssigung des Sauerstoffes, Wasserstoffes und Stickstoffes, besonders aber mit der der atmosphärischen Luft beginnt geradezu eine neue Epoche in der Geschichte der Kälteerzeugung, da die Anwendung der auf diese Weise hervorgerufenen abnorm niederen Temperaturen nach verschiedenen Richtungen ganz neue Erfolge ermöglicht.

Man hat gefunden, dass bei sehr niedriger Temperatur jede chemische Action aufhört, so dass beispielsweise Natrium auf Schwefelsäure bei — 85 ^{0} ohne Wirkung ist und erst bei — 50 ^{0} eine, und zwar plötzliche Reaction unter Feuererscheinungen platzgreift. Ebenso verhält sich bei 85 ^{0} C. unter Null Soda gegen Schwefelsäure; es tritt absolut keine Reaction ein, dieselbe beginnt bei — 50 ^{0} und wird erst bei — 20 ^{0} C. allgemein und stürmisch.

Mit Hilfe der Kälte kann man eine Reihe von Stoffen im Zustande großer Reinheit darstellen, indem man diese bei sehr niedriger Temperatur verdampft und dann bei noch niedrigerer Temperatur condensiert, also bei tiefer Temperatur destilliert. Bei niedrigen Temperaturen trennen sich nämlich Stoffe wegen der hiebei herrschenden sehr geringen chemischen Verwandtschaft leichter von einander als bei hohen Temperaturen, und überdies wird die häufig durch Hitze bedingte Zersetzbarkeit vermieden. Man hat dieses Verfahren bereits mit Vortheil in der Fabrication von pharmaceutischen Stoffen und von Materialien für Parfumerie zur Anwendung gebracht.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Als das zweckmäßigste Agens, um extrem niedrige Temperaturen hervorzurufen, ist gegenwärtig wohl die verflüssigte Luft anzusehen, welche nach dem Verfahren Lindes verhältnismäßig leicht zu beschaffen ist.

Diese Verflüssigung erfolgt in Lindes Apparat in der Weise, dass man die Luft comprimiert, hierauf behufs Abgabe der Compressionswärme durch einen Kühler, dann durch einen Gegenstromapparat leitet und unter erheblich niedrigerem Druck ausströmen lässt, so dass alsdann die hiebei nun aus der Leistung innerer Arbeit hervorgehende Temperaturerniedrigung im Gegenstromapparat auf das zuströmende comprimierte Gas übertragen und dieser Kreislauf anfangs mit derselben Luftmenge stetig wiederholt wird, so dass eine fortschreitende Temperaturerniedrigung vor und hinter der Ausflussmündung stattfindet, bis die Verflüssigung erfolgt.

Um die tropfbar-flüssige Luft längere Zeit in diesem Zustande zu erhalten, lässt man sie in Glasflaschen mit doppelter Wandung fließen, deren Zwischenraum vollkommen luftleer gemacht wird.

Verflüssigte Luft kann zur Darstellung von Sauerstoff dienen, da der Stickstoff um etwa 10 Grade niedriger siedet als der Sauerstoff, mithin durch eine „fractionale Destillation“ getrennt werden kann.

Im siedenden verflüssigten Sauerstoffe, auf — 185° C. abgekühlt, verflüssigt sich das Fluor zu einer gelben Flüssigkeit, wie Moissan und Dewar kürzlich nachgewiesen haben, und es zeigt dieser sonst mit der höch-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sten chemischen Energie begabte Körper bei dieser niederen Temperatur nur sehr geringe Reactionsfähigkeit. Er greift das Glas nicht mehr an und ist indifferent gegen Schwefel, Kohlenstoff, Phosphor und Eisen, zersetzt jedoch das Terpentinöl und das Benzol unter Feuererscheinungen.

Die Wirkungen solch tiefer Temperaturen auf den menschlichen Körper sind sehr eigenthümliche. Directe Berührung der Haut mit Metalltheilen oder Flüssigkeiten, die auf — 90° abgekühlt sind, verursacht eigenthümliche „Kälteverbrennungen", aber wenn die Kälte nur durch Strahlung wirken kann, so sind die Erscheinungen wesentlich anders und insbesondere interessant, wenn die Körpertheile durch Kleidung geschützt sind. Pictet hat sich selbst, in einen Pelz gehüllt, mehrmals bis zu den Schultern für einige Minuten in einen auf 100 bis 110° unter Null abgekühlten Kälteschacht begeben und fühlte sich, nachdem er vorher durch sechs Jahre an schmerzhaften Magenbeschwerden litt, ganz auffallend wohl und hofft, daraus einen neuen Zweig der Heilkunst, die „Frigotherapie", ableiten zu können. Er beschreibt die Folgen dieser Experimente mit folgenden Worten:

„Ein sehr deutlicher Hunger, der im Gegensatz zu dem gewöhnlichen Appetit einen fast schmerzhaften Charakter zeigte, begleitete diesen ganzen Zustand," sagt Pictet und bemerkt weiter, dass er nach einigen Minuten eine Reaction empfand, wie er sie noch nie in seinem Leben gefühlt hatte. „Der ganze Körper durch-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

bohrt von unzähligen kleinen, spitzen und stechenden Nadeln, gibt nur eine schwache Idee von den physiologischen Folgen, als die Circulation wieder in den normalen Zustand zurückkehrte," und weiter: „Seit länger als sechs Jahren setzte ich mich zum erstenmale an diesem Tage, den 23. Februar 1894, mit Vergnügen zu Tisch und aß reichlich." Er meint, dass diese Strahlung bei niedriger Temperatur am lebendigen Körper eine „ungeheure Anreizung für alle Ernährungsfunctionen" hat.

V.

Der Gegenstand, den ich die Ehre hatte, am heutigen Abend vor Ihnen zu erörtern, bringt mir eine Rede in Erinnerung, die der berühmte Physiker Grove vor etwa 30 Jahren bei Eröffnung der Versammlung britischer Naturforscher zu Nottingham gehalten hatte. Durch Bunsen und Kirchhoff war kurz vorher die Methode der Spectralanalyse ausgebildet worden, und dieselbe hatte ihre Anwendung auf das Studium der Chemie der Himmelskörper gefunden, was den Redner veranlasste, daran zu erinnern, dass vor Jahrhunderten die Scharen Robin Hoods in den Felsgrotten von Sherwood Forest in der Gegend von Nottingham gehaust hatten, und dass diese Männer, wenn sie jetzt unter uns treten könnten, kaum die geistige Befähigung besitzen würden, sich über den Fortschritt zu verwundern, den menschliche Culturarbeit auf allen Gebieten des Wissens geleistet hat, da es kaum möglich

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

erscheint, diesen ohne ein gewisses Maß geistiger Schulung und Ausbildung zu würdigen oder auch nur zu genießen.

Ich glaube kaum, noch hervorheben zu müssen, dass dies auch gegenüber den Erfolgen zutrifft, die man auf dem Gebiete der Beschaffung von Kälte und Hitze erreicht hat, einem Problem, welches nichtsdestoweniger zu den einfachsten und primitivsten Zielen menschlicher Bestrebungen gehört, zu deren Verfolgung sich der Mensch durch die Wirkung elementarer Naturkräfte gewissermaßen schon im Urzustande veranlasst sieht. Noch ist gar nicht abzusehen, welche Ausdehnung und Entwicklung das Studium extremer Kälte- und Hitzegrade weiter annehmen wird, doch scheint mir, bei aller Wertschätzung der materiellen Vortheile, welche aus diesen Bestrebungen für das Culturleben der Menschen resultieren, die Möglichkeit, durch dieselben klaren und tieferen Einblick in die Natur der Grundstoffe und somit der Materie überhaupt zu gewinnen, dasjenige Moment zu sein, welches unser Interesse am meisten in Anspruch nimmt, denn damit werden diese Bestrebungen den höchsten Zielen idealen Strebens, der Erforschung der Wahrheit dienstbar, und wahrlich, seit den Zeiten Robert Boyles, dem wir die erste richtige Definition des Begriffes „Element“ verdanken, war der Weg zur Erkenntnis dieses Begriffes noch niemals so hell beleuchtet wie heute.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Bauer Alexander

Artikel/Article: Hitze und Kälte. 1-36