

## XI. CAPITEL.

## VON DER WÄRME.

A) *Von der sinnlichen Wahrnehmung und von der Erregung der Wärme und der Kälte.*

## §. 153.

Mittelst der Gemeingefühlsnerven empfinden wir die umgebende Körperwelt auf gedoppelte Weise: einmal als etwas (blofs Gegenwärtiges) in keiner Veränderung Begriffenes, durch Tasting die Verschiedenheit des Widerstandes und der gegebenen Begrenzung erkennend; und zweitens als etwas in Ausdehnungsänderung Begriffenes, durch Föhlung die Verschiedenheit der sich vermindernden oder vermehrenden Ausdehnung (die sich über die Grenze des Beröhrenden hinaus in unsere Haut- und Nervenmasse erstreckt), der Kälte (Frigus) oder Wärme (Calor) beurtheilend.

1) Vergl. S. 16. 598 u. Cap. VII. Jede denen Ner-

ven von aussen mitgetheilte Bewegung ist für die Nervenmasse entweder ausdehnend oder comprimirend (erwärmend oder erkältend), oder beides in unmittelbarer Folge (Schallschwingung). So wie sich das Auge ursprünglich in einem dem Lichte analogen Zustande befindet, und für äusseres Licht ein gewisses Maas hat, unter und über welches hinaus die Empfindung desselben aufhört, so befinden sich auch die lebenden Gefühlsnerven in einem stets beweglichen Zustande, der rücksichtlich der Bewegungsart oscillirend zu seyn scheint, und durch übermässige fortschreitende Ausdehnung die Empfindung schmerzhafter Hitze, durch übermässig wachsende Zusammenziehung die Empfindung schmerzhafter Kälte giebt. Ob überhaupt nicht jedes Schmerzgefühl sich auf Empfindung eines ungewohnten Temperaturwechsels reducirt?

2) Ueber die Annahme eines Wärmestoffes (Caloricum) vergl. a. a. O. u. Cap. X. 749—755. Diejenigen welche den Wärmestoff als Grund der Wärme annehmen, schreiben ihm allgemeine Verbreitung, elastische höchst bewegliche Flüssigkeit, chem. Anziehung zu den übrigen Stoffen, und die damit zusammenhängende Fähigkeit alle Körper zu durchdringen zu. Sie leiten von dem Wärmestoffe die Flüssigkeit, das Schmelzen, die Flüchtigkeit und einige auch die permanente Expansibilität der Gase ab, und betrachten ihn überhaupt als das Hauptagens der von Bewegung und Leben zeugenden Natur. Alle dem Wärmestoff (Feuermaterie, Hitzstoff etc.) zugeschriebene Eigenschaften, sind aus den Beobachtungen über die Wärme und Kälte abstrahirt, durch deren Untersuchung wir demnach zur genaueren Kenntniss

derselben gelangen werden. Was §. 157 über die Materialität des Lichtes gesagt wurde, läßt sich mit gewissen Modificationen auch auf die Annahme einer Wärmematerie anwenden. Auch vergl. man noch SCHERERS Nachträge zu den Grundzügen der neueren chemischen Theorie. S. 18—156, 157—165 u. LAVOISIERS System d. antiphlog. Chemie; übers. von HERBSTÄDT I. 24.

5) FORDYCE und DE LUCS Vers. über die durch den Wärmestoff veranlaßten Gewichtsveränderungen der Körper, widerlegt durch LAVOSIER und RUMFORD (dessen kl. chem. Schriften. III. IV.) Ueber die angebl. Schwere d. Wärmestoffs (WINTERLS Meinung vergl. S. 638 u. ff.) BARHUEL im neuen polytechn. Magaz. I. 100 u. RUMFORD in s. a. Schrift. S. 41. — BACON, DESCARTES, NEUTON (wie aus einigen der Optik beigefügten Fragen zu erhellen scheint) MARI-VEZ und GOUTHIER (Verf. d. Physique du Monde). SCHERER und RUMFORD, hielten die Wärme für das Phänomen einer vibrirenden Bewegung; WAGNER, HILDEBRANDT u. m. a. (vergl. Cap. X.) für die Wirkung der Expansivkraft; EPIKUR, ARISTOTELES und unter den Neueren: CASSACUS (Diss. phys. de igne. Francf. et Lips. 1688.), NOLLET (Lecon. XIII. Sect. I.), BOERHAVE, CRAWFORD, BLACK, SCHEELE, PICTET, LAVOISIER (jedoch vergl. oben), und die meisten Physiker neuerer Zeit, nehmen eine Wärmematerie an. LINKS, VOIGTS, HERBSTÄDTS und TROMMSDORFFS Meinungen über die Natur dieser Materie, vergl. 752. ff. — SCHELLINGS u. a. (ähnliche) Ansichten; ebend. BARTELS (in seinen Grundlinien einer neuen Theorie d. Chem. u. Phys.) hält die Wärme für freien Sauerstoff, und Sauerstoff für ge-

bundene Wärme. WINTERLN ist Wärmestoff die Einigung von + E und - E, vergl. 638—640.

4) GASSENDI, MAYOW, MUSCHENBROEK u. m. a. nahmen eine kaltmachende Materie an; den neueren Physikern ist größtentheils Kälte nur relativer Mangel der Wärme; wogegen sich auch umgekehrt sagen läßt: Wärme sey relativer Mangel der Kälte. Das auch bei den tiefsten Kältegraden noch Ausdehnungsverhältnisse gegeben sind, kann hier nicht zum Einwurfe dienen, da umgekehrt auch bei den höchsten Graden der Wärme noch Begrenzungs- und Zusammenziehungsmomente statt finden etc. Ueber die Nothwendigkeit der Annahme eines Kälteprincipis, im Gegensatz des Wärmestoffes, vergl. F. BAADER in dessen Beitr. zur Elementarphysiologie. Kälte zeigt sich als das Gestaltende (positive) Princip; Wärme als das Fluidisirende (positive) Princip. Gefriern (Comgelatio) und Schmelzen (Fusio).

5) Wir nennen einen Körper kalt, wenn er kälter, und warm wenn er wärmer als unser eigener Körper ist. Geringe Kälte bezeichnen wir durch kühl, geringe Wärme durch lau. Abkühlung und Erkältung, Erwärmung und Erhitzung. Den Zustand eines Körpers in welchem er zugleich heifs und leuchtend ist, nennen wir die Gluth (756); und die Vereinigung von Hitze und Licht im Allg. Feuer (Ignis), womit jedoch ältere Physiker häufig nur die Wärme allein bezeichnen. Dunkele und leuchtende Wärme. H. A. LORENZ. chem. phys. Untersuchung des Feuers. Copenhag. u. Leipz. 1789. 8. — Ueber das brennbare Wesen ält. Phys. vergl. S. 638; MONNETS mit WINTERLN übereinstimmende Meinung, daß Wärme = oE sey.

## §. 159.

Die Umstände unter denen in den Körpern Wärme bemerkbar entwickelt wird, sind sehr zahlreich und mannichfaltig, und lassen sich ohngefähr auf folgende Hauptbedingungen von denen wenigstens eine gegeben seyn muß, zurückführen. 1) Erleuchtung (837. ff.) 2) Reibung, Stofs, Druck und Verdichtung (93—94, 338—340. ff.) 3) Zustandsänderung elastisch-flüssiger Körper in tropfbarflüssige oder feste, Tropfbarflüssiger in feste Körper (Cap. II. u. VII.). 4) Electricische Ausgleichung (Cap. V. u. VI.). 5) Chemische Verbindung (Cap. VII. vorzügl. 597. 607. 614. 617—618. 634. ff.) 6) Organische Thätigkeit (Cap. VIII.). Wahrscheinlich auch 7) Schallschwingung (701. 712. 732.), magnetische Anziehung und Adhäsion (Cap. III. u. IV.), und 8) Behauptung jedes individuellen Körperbestandes, in sofern dieser die Fortdauer derjenigen Thätigkeiten voraussetzt, die zum Entstehen des Körpers erforderlich waren. 9) Berührung wärmerer Körper. Die Bedingungen unter denen Kälte bemerkbar hervorgebracht wird, sind ausser der Vermeidung und Aufhebung der zur Wärme nöthigen Verhältnisse, vorzüglich gegeben in der 1) Zustandsänderung fester Körper in

( 54 )

liquide, Tropfbarer oder Fester in expansibel flüssige. 2) Ausdehnung und Verdünnung durch Verminderung äusseren Druckes (338—340.). 3) Einwirkung des — E auf die Gefühlsnerven (549) und Fortleitung desselben, besonders in der galvan. Säule. 4) Berührung kälterer Körper.

1) Zur allgemeinen Bezeichnung des Grades der Wärme- oder Kälteäusserung einer Materie, hat man den Ausdruck Temperatur gewählt. Da aber Materien, die in uns bei der Berührung die Empfindung von Wärme oder Kälte erzeugen, in andern Materien unter gleichen Umständen (wie in der Folge weiter erläutert wird) Raumerweiterung oder Raumesbeengung hervorbringen, und die Grösse dieser Veränderungen mit der Wirkungsstärke der heissen oder kalten Materien auf unser Gemeingefühl im Verhältnisse steht, so lassen sich mittelst Thermometern, (das sind Vorrichtungen, welche die Ausdehnungs- oder Zusammenziehungsgrössen messen) die Temperaturen verschiedener Materien vergleichen und schärfer bestimmen, als dieses dem nach Maassgabe der Uebung sehr verschiedenen Gefühle möglich ist. Daher wird unter Temperatur eines Stoffes oder Körpers in der Regel der Grad seiner Wirkungsstärke auf die Thermometer verstanden.

2) Da die Thermometer oder Wärmemesser nur anzeigen, ob die Wärmegrade zweier Körper zu gleichen oder ungleichen Zeiten gleich oder ungleich sind, so nennt man sie richtiger Wärmezeiger oder Thermoskope. Das erste von CORNELIUS DREBBEL 1630 erfundene, war ein Luftthermome-

ter, hatte aber den Nachtheil, zugleich als Barometer zu wirken, welchen BERNOULLI durch eine verbesserte Einrichtung abhalf. DAN. BERNOULLI hydrodynamica. Argent. 1738. 4. p. 204. Da die spezifische Elasticität (284) eines Gases ausser der chemischen Qualität vorzüglich noch von seiner Feuchtigkeit und Temperatur abhängt, und da die Höhe der in B's. Luftthermometer von der eingesperreten Luft getragenen Quecksilbersäule mit der specifischen Elasticität dieser stets gesperrten Luft ab und zunimmt, so entspricht B's. Thermometer (welches aus jedem guten Thermometer durch Zuschmelzung des Gefäßes am kürzeren Schenkel verfertigt werden kann) den Forderungen, welche man an ein Instrument der Art zu machen berechtigt ist, vielleicht am vorzüglichsten. Zur Beobachtung sehr geringer Temperaturveränderungen sind die Luftthermometer unentbehrlich; hingegen zum Gebrauche unbequem, und daher durch die mit tropfbaren Flüssigkeiten gefüllten Quecksilber oder gefärbten Weingeist (oder Aether) enthaltenden Thermometer, fast ganz verdrängt. Das (älteste) Weingeistthermometer der Florentiner Akademie, dasjenige des REAUMUR; (Mém. de l'ac. roy. des sc. 1730. 452. 1751. 350. G. G. HAUBOLD resp. GEHLER diss. de thermometro Reaumuriano. Lips. 1771. 4.). NEUTONS Leinölthermometer (Philos. transact. 1701. Nr. 270.). HALLEY's Vorschlag zum Quecksilberthermometer a. a. O. Nr. 197. p. 650; D. G. FAHRENHEITS Quecksilberthermometer und das gewöhnliche Quecksilberthermometer mit REAUMURscher Skale, oder das sogen. DE LUCsche Thermometer, die (neueren) Metallthermometer. Anleitung

und Regeln zur Verfertigung guter Thermometer. J. FR. LUZ: Anweis. Thermometer zu verfertigen. Nürnberg, 1781. u. in C. FR. HINDENBURGS: formulae comparandis gradibus thermometricis idoneae. Lips. 1790.

3) Zu Thermometern welche dazu dienen sollen sehr niedere Temperaturunterschiede zu bestimmen, eignet sich vorzüglich der (nicht gefrierende) gefärbte Weingeist; zur Beob. höherer Hitzgrade hingegen das reine Quecksilber. Der erstere zieht sich in niederen Temperaturen sehr gleichmässig zusammen, während er in höheren, bei gleicher Temperaturzunahme verhältnissmässig weit mehr ausgedehnt wird; das letztere dehnt sich noch weit über die Siedhitze des Wassers hinaus sehr gleichmässig aus, ist empfindlicher für den Temperaturwechsel, als jede nicht metallische Flüssigkeit, lässt sich leicht rein und luftfrei darstellen, und adhärirt dem Glase der (wohl calibrirten, nicht über eine Viertelslinie weiten) Thermometerröhre weniger, als jede nicht metallische Flüssigkeit (369). — REAUMUR bezeichnete an seiner Thermometerscale als feste Punkte den Eispunkt (des gefrierenden Wassers oder des flüssigwerdenden Eises) mit 0, und zählte von diesem 80 Grade hinauf (+ 0) bis zum Siedepunkte des Wassers (bei gewöhnlichem Luftdrucke); er theilte also den Fundamentalabstand zwischen beiden Punkten in 80 gleiche Theile, indem er fand, daß der Weingeist von dem einem Punkte bis zum anderen hinauf um 0,080 seines Volums ausgedehnt werde. Der Theil der Scale unter 0 (— 0) wurde ebenfalls in Grade abgetheilt, um so niedere Temperaturen als die des gefrierenden Wassers messen zu können. FAHRENHEIT beobachtete die Ausdehnung des Queck-



silbers von dem (durch Mischung von Schnee und Salmiak entstehendem) künstlichen tiefen Kältegrade an, bis zu seinem Siedepuncte, und da er das Volum des Quecksilbers im ersteren Falle als aus 11124 gleichen Theilen bestehend angenommen hatte, und das Quecksilber bis zu seinem Sieden (bei gewöhnlichem Luftdrucke) um 600 solcher Theile ausgedehnt wird, so theilte er den Fundamentalabstand in  $60^{\circ}$  Grade; wo bei  $32 + 0$  das Wasser gefriert und bei  $212^{\circ}$  siedet; die Zahlen der Grade der F.schen und R.schen Skale verhalten sich mithin wie 9: 4. Auf der schwedischen (von CELSIUS in den Schwedischen Abhandl. 1742. 197.) angegebenen und der neuen 100theiligen französischen Skale, ist der Fundamentalabstand vom Eispunkte bis zum Siedepuncte des Wassers in 100 Grade abgetheilt; auf der von DE L'ISLE (Mém. pour servir à l'hist. et aux progrès de l'astron. et de la geogr. à St. Petersbourg 1738. 4. p. 267) entworfenen Skale in 150 Grade, weil DE L'ISLE fand, daß das Quecksilbervolum beim Siedepuncte des Wassers um 0,0150 (oder vielmehr um 0,0153) grösser ist, als beim Eispunkte. Der Siedepunct dieser Skale ist durch 0 bezeichnet, und der Gefrierpunct durch  $150^{\circ}$ . — Eine Vergleichung dieser sämtlichen Skalen findet man bei HINDENBURG oben in Nr. 3. angef. Progr. Naptha- oder Aetherdampfthermometer (vergl. JUCH in TROMMSDORFFS Journ. VI. 343.) gestatten keine genau zu vergleichende Beob. und somit auch keine übereinstimmenden Skalen. Nach J. T. MAYER (dessen Naturl. §. 342.) bringt jede Aenderung des Barometerstandes von einer Linie, bei einem bei 28 Paris. Barometerhöhe rücksichtlich des Siedepunctes bestimmten Thermometer, eine Aende-

rung von 0,000779 des Fundamentalabstandes hervor. Auch vergl. man: Bericht einer von der königl. Soc. d. Wiss. zu London niedergesetzten Commission, bestehend aus den Hrn. CAVENDISH, DE LUC, MASKELYNE etc., über die beste Methode die festen Punkte des Thermometers zu bestimmen; aus den Philos. Transactions LXVII. P. II. N. 37. übers. in d. Leipz. Samml. z. Phys. u. Naturgesch. I. Bd. 6 643. — Ueber die Berichtigung des Barometerstandes wegen der Wärme, vergl. I. Bd. dies. Grundr. S. 321—322 u. LA PLACE in GILBERTS Ann. XXVI. 152. 194. — LAVOISIERS u. LA PLACES Calorimeter in den Mém. de l'Acad. roy. des sc. à Paris. An. 1780. 355. u. LAVOISIERS Schriften Bd. III. 292. d. deutschen Uebersetz. WEDGWOODS Einwürfe in den Phil. Transact. 1783. V. 74. p. 371 u. BERTHOLLETS Gegenmerk. in dessen Statique chimique. Tom. I. p. 240.

4) Die bisher angeführten Thermometer, lassen sich begreiflicherweise nur zu solchen Temperaturmessungen gebrauchen, bei denen die in der Thermometeröhre enthaltenen Flüssigkeiten noch keiner merklichen Veränderung ihrer Tropfbarkeit unterliegen; zu Messungen höherer Temperaturgrade, bei denen jene Flüssigkeiten dampfförmig werden, werden daher feste, auch bei grösserer Hitze starr bleibende Körper angewendet, und Vorrichtungen der Art nennt man Pyrometer. MUSCHENBRÖKS Pyrometer (Tent. experimentatorum acad. de Cimento. L. B. 1791. II. 12.); MORTIMETTS, G. v. LOESERS, ZEIHERS u. FELLERS Metallthermometer (phil. transact. XLIV. 1735. Nr. 484. Append. p. 672. CRELLS N. Chem. Arch. V. 19. GEHLER a a O IV. 359—362.); WEDGWOODS Pyrometer (sich gründend auf die Eigenschaft des

Thons, in der Hitze sich nach Maasgabe der Temperatur zusammen zuziehen, und nach plötzlicher Erkältung nicht wieder auszudehnen; Philos. Transact LXXII. u. SCHERERS Journ. d. Chem. II. 7. S. 50) CAVALLO's Vorschlag, statt des etrusischen von WEDGWOOD angewendeten Thons, Behufs s. gedacht. Pyrometers, ein künstliches Gemisch aus Thon- und Kiesel-erde zu benutzen; VOIGTS Mag. V. 2. 129. Nach GAZERANS analyt. und synthetischen Versuchen, werden die genauesten Thonpyrometer erhalten, wenn den mindestens 34 proc Thonerde enthaltenden Thonarten, so viel gepulverter Bergkristall oder weisser Sand beigemischt wird, als ihnen abgeht, um sie feuerbeständig zu machen. Der Nullgrad der Pyrometer-  
 skale des W. ist der Temperatur von 1000° Fahrenhgleich, und W's Skale fängt gewöhnlich dabei (oder bei 947° F.) an. Vom Nullgrad thilt W. die Skale so weit in gleiche Theile ab, das 240° W. = 32277° Fahrenh. sind; mithin ist jeder Grad der W'schen

Skale gleich  $\frac{32277 - 1000}{240} = 130,32$  Graden Fahrenh.

130 Grade W'scher Skale (d. i. die Hitze bei der Eisen schmilzt) sind also = 17,941 Graden F'scher Skale; denn  $1000 + (130 \cdot 130,32) = 17941$ .

5) Zur Vergleichung W'scher Pyrometergrade, mit Thermometergraden nach FAHRENHEITS, REAUMURS und der Centesimal-skale, dienet folgende Uebersicht.

W.	Fahrenh.	Reaum.	Centesimal.
0°	1000°	430°	538°
1	1130,32	488,	610,
5	1651,60	720,	900,
10	2303,2	1009,	1262,
20	3606,4	1589,	1986,

30	4909,6	2168,	2710,
50	7516,	3326,	4158,
80	11425,6	5064,	6330,
100	14032,	6222,	7778,
130	17941,6	7960,	9950,
170	23254,4	10276,	12846,
200	27064,	12014,	15018,
240	32276,8	14331,	17914,

240° W. ist die höchste von W. beobachtete Temperatur, bei der ächtes chinesisches Porzellan weich wurde und zusammen sinterte. GUYTONS Platinapyrometer.

### §. 160.

Allen bisheigen Beobachtungen gemäß, werden die Körper (bei übrigens gleichen Umständen) durch einwirkendes Licht um so wärmer, je dunkeler sie sind, oder je mehr sie das Licht in seinen freien Wirkungen aufzuhalten vermögen; vergl. §. 156. Hieher gehören theils mehrere Erscheinungen im gemeinem Leben, theils mehrere Beobachtungen und Versuche eines FRANKLIN, BÖCKMANN, LESLIE u. a.

1) Schwärze oder dunkelfarbige Kleider im Sonnenscheine getagen, wärmen mehr als hellfarbige. — Ausserhalb (über das Dach des Hauses hinausgehende) geschwärzte Kaminröhren, zur Beförderung des Luftzuges; vergl. FRANKLINS sämtl. Werke, in d. deutsch. Uebers., II. Thl. 227. Dresden 1780. 8. Warum Neger in warmen Himmelsgegenden nicht mehr durch die Brennhitze leiden als Weisse; FRANKLIN a. a. O. I. 214. u. Gr. v. RUMFORDS Abhandl. über

d. Wärme, aus d. Französ. übers. von Dr. C. A. GERHARD. Berlin 1805. 8. 209—211. Flüssigkeiten werden über dem Feuer in geschwärzten Gefässen eher warm, als in farbenlosen. Genälste schwarze Tücher trocknen im Freien eher als genälste weisse, bei übrigen gleichen Umständen. — Weisses Papier wird durch ein Brennglas später entzündet, als schwarzes etc.

2) Schwarze oder farbige Tücher im Sonnenscheine über Schnee ausgebreitet, bewirken ein früheres Schmelzen des Schnees, als weisse, die gleichen Lagen unterworfen wurden; FRANKLINS hierher gehörende Versuche a. a. O. II. 353. u. ff. — Von zwei vollkommen harmonirenden Thermometern, wird das eine im Sonnenscheine weit höher steigen als das andere, wenn es zuvor geschwärzt worden. BÖCEMANN'S Vers. über die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen, in GILBERTS Ann. X. 359. DAVY'S Versuch mit gefärbten (auf der einen Seite mit geöltem Wachs überzogenen, auf der andern dem Sonnenlichte ausgesetzten) Kupferplatten; a. a. O. XII. 578. v. RUMFORD'S Vers. in dessen oben angef. Abhdl. — LESLIE'S Photometer; GILBERTS Ann. V. 245.

3) HERSCHEL und ENGLEFIELD bemerkten ein beträchtliches Steigen des Thermometers im und neben dem rothen Strale des prismatischen Farbenbildes, während es an der Seite des Violett unverändert blieb. Aus diesen und (den S. 838—839 bereits gedachten) ähnlichen Vers. schliesst H. das ausser den farbigen Stralen, dunkle wärmende von der Sonne zu uns gelangen. Vergl. H. in GILBERTS Ann. VII. 137. X. 68. XII. 521. LESLIE'S Einwürfe dagegen; ebend. X. 68, und ENGLEFIELD'S Vertheidigung XII. 399.

RITTERS Bemerk. üb. dies. Gegenst. in GEHLENS J. f. Chem. u. Phys. IV. Bd. u. STEFFENS im Arch. z. RUNGE's Farbenk. 55. Ueb. Brenngläser, vergl. 803—809.

4) Nur in sofern das Licht in seiner Fortpflanzung von der Erde mehr oder weniger aufgehalten wird, erregt es Wärme; daher die Kälte höherer Regionen der Atmosphäre. Asien und besonders Amerika sind in gleicher nördlicher Breite ungleich kälter als Europa; Afrika ist unter den Wendezirkeln ungleich heisser als Asien und Amerika. Die Extreme der größten Wärme kommen in den Sandwüsten Afrika's zwischen 10 und 20° nördlicher Breite vor, ohngefähr 40° + 0 im Schatten und 50° + 0 im Sonnenschein. In Syrien werden Metalle durch das Sonnenlicht zur Sommerzeit so erhitzt, daß man sie nicht ohne Verletzung berühren kann. Das Maximum der Kälte fällt mitten ins feste Land Sibirens, zwischen 60 und 70° N. B., und ins Kupferland in Nordamerika unter gleicher N. B. Quecksilber, Branntwein etc. sind dort oft Wochenlang gefroren. — Selten übersteigt indess die durch die Sonne bewirkte Erdwärme 120°. Nach KIRWAN fängt der beständige Gefrierpunct (Schneelinie) unter dem Aequator in einer Höhe von 15577 engl. Fufs an; unter 30° N. B. in einer Höhe von 11592 F., unter dem 60° d. N. B. in einer Höhe von 3684 F., und unter den Polen fällt die Schneelinie mit der Erdoberfläche zusammen; jedoch ist bei diesen Bestimmungen zu bemerken, daß die angegebenen Höhen, für die mittlere Temperatur jedes Breitengrades gelten, indem die Schneelinie durch die individuelle Lage einzelner Gegenden und Länder mit der Lufttemperatur ohnferrn der Erde nothwendig Aenderungen erleiden muß. KIR-

WANS Angabe der Temperatur in verschiedenen Breiten. Aus d. Engl. von L. v. CRELL. Berlin 1788. 8. BERGMANN'S phys. Erdbeschr. KANT'S phys. Geographie. FINKENS medic. Geogr. CONDAMINE Journ. du Voyage à l'équateur. Paris 1751. — GRENS Journ. d Phys. II. 231. GILBERTS Annal. XVI. 463. LAMPADIUS Atmosphärologie 217, 223 etc. Den 20. Dec. 1794 stand das Therm. zu Kovina in Sibirien ( $67^{\circ} 10'$ )  $43^{\circ}$ —0. Den 15. Febr. 1799 zu Upsala ( $60^{\circ}$ )  $31^{\circ}$ —0. Den 10. Jan. 1799 zu Freiberg in Sachsen ( $51^{\circ}$ )  $24^{\circ}$ —0. Den 19. Jan. 1740 zu Turin ( $44^{\circ}$ ) 4—0. In der Nacht vom 11—12 Jan. 1809 setzte der Dr. KEHRMANN in Moscau Abends 10 Uhr 2 Pfund Quecksilber auf einen Teller der freien Luft aus; um  $4\frac{1}{2}$  Uhr Morgens war es zur steifen Masse gefroren, die man schneiden und hämmern konnte. Aehnliche Beobacht. machte Gr. BÜTHERLIN den 12. Jan. 1805. — Nach KIRWAN ist in nördlichen Breiten über  $48^{\circ}$  der Jan. der kälteste und der Jul. der wärmste Monat. Bis auf  $20^{\circ}$  vom Aequator sind die Wärmeunterschiede geringe, und das Maximum der Sonnenerwärmung scheint in  $59$  und  $60^{\circ}$  Breite gegeben zu seyn. — Jede bewohnbare Breite hat wenigstens 2 Monate  $12^{\circ}$  R. mittlere Wärme, d. i. eine zum Reifen des Getraides hinreichende Temperatur; vergl. oben u. S. 260. KIRWAN u. LAMPADIUS a. a. O. GEHLERS Wörterb. I. 297. II. 78. v. HUMBOLD in GILBERTS Ann. IV. 455. VII. 342. WILLIAMS u. STRICKLAND in den Transact. of the American Society. Vol. III. 32. V. 15.

5) LAZARO MORO wollte aus der Entstehung der Insel Santorin (1707) und aus dem Monte-nuovo (1538) ein Centralfeuer der Erde geltend machen. Auch

AEPINIUS (cogitationes de distributione caloris per tellurem.), v. MAIRAN (Nouvelles recherches sur la cause générale du chaud en été, et du froid en hiver etc. Paris 1768.), BUFFON (hist. naturelle générale et particulière. Tom. I. Théorie de la terre u. Supplement T. IX et X. Paris 1778. 8.); PREVOST (physisch-mechanische Untersuchungen über d. Wärme, aus d. FRANZ. v. BOURGUET. Halle 1798. 71. ff.) u. DARWIN haben jene Meinung einer ursprünglichen Erdwärme (Grundwärme) ebenfalls vertheidigt. DARWIN (Ausführliche Darstellung des DARWINSCHEN Systems, von Dr. CHR. GIRTANNER 46. Cap) betrachtete das synthetisch angenommene Centralfeuer nicht bloß als Mitquelle der Erd- und Atmosphärenwärme, sondern glaubte auch die Entstehung der Erdbeben, der heißen Quellen, die Wirkung der Vulkaane etc. davon ableiten zu können. Neuere Physiker sehen die unterirdische Wärme theils als das Product der Erstarrung ehemaliger Flüssigkeit zur Gebirgsmasse (v. HUMBOLDT), theils als Folge der angeblich noch im Innern der Erde vorhandenen chemischen Prozesse, theils als Resultat der Sonneneinwirkung an. Vergl. MAYERS phys. Astronomie. Göttingen 1805. 8. §. 128 etc. DE LUCS Briefe über die Geschichte der Erde etc. II. 141 etc. Brief. GEHLER a. a. O. I. 404. v. SAUSSURE über die Temperatur der Hölen, in GILBERTS Ann. III. 217. Wärme der Brunnen in Jamaika, ebendas. I. 111. Temperat. des Wassers im Genfersee, in v. SAUSSURE'S Reisen I. 23. Wärme der Grotte Balme a. a. O. 201. Ursache d. Kälte auf hohen Bergen; ebend. IV. 89. Gr. v. RUMFORD üb. die Wärme des Seewassers; GILBERTS Ann. I. 445. ff. v. HUMBOLDT a. a. O. Ueber die allmälige



Veränderung der Temperatur und des Bodens in verschiedenen Climates vom Abbé MANN, in den Comm. Ac. Elect. Theodoro-Palatinae. Vol. VI. phys. Manhemii 1790- u. GRENS Journ. d. Phys. II. 231. — In einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche hält die keiner bedeutenden Aenderung unterworfenen, Erdtemperatur das Mittel, zwischen  $9-10^{\circ}$  R. + 0. Zu Bestimmung der mittleren Temperatur der blofs durch Sonneneinflufs begründeten Wärme verschiedener Breiten, haben HALLEY, MAIRAN, LULOFF, LAMBERT und TOB. MAYER mathematische Formeln gegeben, und KIRWAN hat M's Vorschlag (für die Berechnung der mittleren Temperaturen der Oerter Tafeln zu entwerfen, und solche nach Art der astronomischen Rechnung durch Gleichungen zu verbessern, nach denen die wahre Temperatur eines Ortes, nach Maasgabe seiner Erhöhung über der Meeresfläche, und nach den jährlichen und täglichen Abwechslungen für jede Zeit gefunden werden könnte) weiter verfolgt und verschiedene von Localumständen abhängige Correctionen hinzugefügt, und so mit wirklich angestellten Thermometerbeobachtungen ziemlich übereinstimmende Temperaturbestimmungen einzelner Länder und Oerter entworfen. Nach K. ist die mittlere Temperatur von Petersburg = 38,8 Fahrenh.; von Stockholm 43,3; Berlin 49; London 51,9; Paris 52; Wien 51,5; Bordeaux 57,6; Marseille 61,8; Algier 72; Manilla 78,4; Pondichery 88; und Quito 62. KIRWAN a. a. O. u. MAYER a. a. O. §. 136. — Darstellung der Carlsruher meteorologischen Beob. vom Jahr 1802, und der daraus gezogenen Resultate; nebst Vergleichen mit anderen Jahren, Von C. W. BÖCKMANN; in den Denkschrif-

ten der vaterländischen Gesellschaft der Aerzte und Naturforscher Schwabens. Tübingen 1805. 8. I. 140. ff.

6) Der Pater L. COTTE (Philos. Transact. 1788. Art. 5 u. 6. u. KIRWAN a. a. O.) hat aus 30 Jahre fortgesetzten meteorolog. Beob., unter andern folgende das Thermometer betreffende allgemeine Sätze abstrahirt: „Das Thermometer steigt bis auf seinen höchsten Punct öfterer in den gemässigten Zonen, als in den heissen. Es steigt höher in Ebenen als auf Bergen. In der Meeresfläche fällt es nicht so tief als im Inneren des festen Landes. Der Wind hat keinen merklichen Einfluß auf seine Bewegungen; hingegen um so mehr die atmosphär. Feuchtigkeit, besonders wenn Wind darauf folgt. Die grösste Wärme und die grösste Kälte tritt ohngefähr 6 Wochen nach der nördl. oder südlichen Sonnenwende ein. Das Thermometer ist veränderlicher im Sommer als im Winter. Die kälteste Tageszeit ist vor Sonnenaufgang. Die grösste Hitze im Sonnenschein und im Schatten hat selten an einem und demselben Tage statt. Die Hitze nimmt weit schneller vom September und October an ab, als sie vom Juli bis September zunimmt. Ein sehr kalter Winter verkündet nicht immer einen sehr heissen Sommer.“

7) Werden zwei feste Körper gegen einander gerieben, so üben sie ohnstreitig wechselseitigen Druck gegen einander aus; die Erhitzung welche man dadurch hervorbringt scheint daher grösstentheils Erfolg der Compression der Körpertheilchen selbst, zum Theil auch der eingeschlossenen Luft zu seyn. In der Gue-rikschen Leere findet die Erwärmung solcher Körper wo nicht stärker, doch eben so stark als ausser der-

selben Statt. Vergl. PICTET über das Feuer §. 154. ff. RUMFORD in SCHERERS Journ. I. 9—51. PICTET ebendas. 115—118. Nachtrag von SCHERER a. a. O. 31—37. FRIES ebend. II. 342—346. Derselbe in SCHERERS Archiv f. d. theor. Chem. II. 95. ff. — LICHTENBERGS Mag. I. St. 2. S. 19 IX. 4. 171. BAA- DER a. a. O. IV. 3. 149. MAYER ebend. VIII. 2. 122. LINK XI. 4. 89. RUMFORD in s. angef. Abhdl. DAVY in GEHLENS n. Journ. d. Chem. I. 371. Ueber Erwärmung durch Verdichtung und Stofs, vergl. S. 340 dies. Grundr. — Wird Luft plötzlich unter den entleerten Recipienten der Luftpumpe gelassen, so bewirkt theils die Friction, theils die schnelle Bewegung eine Temperaturerhöhung von mehreren Graden; wogegen das Thermometer um eben soviel Grade beim Auspumpen sinkt. DUMOUTIEZS Briquet pneumatique; vergl. S. 660. ERMANN konnte mit Hülfe desselben wohl Schwamm, Leinwand und ähnliche Dinge entzünden, aber ROSE's leichtflüssiges Metall nicht schmelzen. — Bleibender Druck mit unveränderten Berührungspuncten (Pressen) erregt in weit geringeren Grade die Wärme als Reibung und wechselnder Stofs. Erglühen des Eisens durch Hammer schläge; Entzünden des Holzes durch Reiben etc. Schon FRANKLIN (in s. angeführt. Schrift) bemerkt, daß gleichartig-flüssige Körper unter sich gerieben keine (sehr geringe) Wärme hervorbringen, und alltägliche Erfahrung lehrt, daß die geriebenen Körper um so heisser werden, je fester (härter) sie sind. Ueberhaupt scheint aber die Erwärmung durch Reibung etc. um so grösser zu seyn (bei übrigens gleichen Verhältnissen der Umgebung der geriebenen Körper), a) je energischer und wechselnder der gegen-

seitige Druck ist, b) je heterogener die reibenden Körper sind, c) je grösser ihr Leitungsvermögen für die Electricität ist, d) und je weniger sie geschickt sind, eingetretene Drucksveränderungen von selbst wieder aufzuheben. Ueber die Meinung verschiedener Physiker, daß Erwärmung (durch Reibung) gleich sey einer ohne Ende zu vermehrenden oscillirenden Bewegung imponderabler Flüssigkeiten aller Art (vergl. unter andern FRIES a. a. O.), mündlich; über die Temperaturerhöhung durch Compression der Dämpfe vergl. S. 340. In wiefern fettige ölige Substanzen als Zwischenlagen genutzt, die Erhitzung geriebener Körper vermindern; z. B. (mehrfacher) Nutzen der Waagenschmiere, der Seife und des Unschlitts womit die die Unterlagen vom Stapel zu lassender Schiffe bestrichen werden etc. Ob nicht die Erde durch die Drehung um ihre Axe von ihrer eigenen Atmosphäre in dem Maasse gerieben wird, daß daraus (zum Theil) Temperaturerhöhung niederer Regionen der Atmosphäre entsteht, ohnerachtet die Geschwindigkeit der (durch den Umschwung) bewegten Luft, derjenigen der Erde für den bestimmten Ort gleich zu kommen scheint; hingegen bewegen sich (nach KANT und DE LUC) die Luftsäulen unter dem Aequator mit mehr Geschwindigkeit als jene über den Erdboden, woraus mehrere Abweichungen der Winde zu entstehen scheinen. — Ueber Wärmeerregung durch Electricität, vergl. JUCH in TROMMSDORFFS Journ. d. Pharmac. II. 2. 177. VOIGT hieher gehörende Beob., in dessen Vers. einer neuen Theorie des Feuers etc. Jena 1795. 8. 321. ff. — Ueber die Wärmeerregung durch chemische Einnung, sind besonders die im VII. Cap. beschriebenen Verbrennungs- und Salz-

bildungsversuche nachzusehen. Diejenigen Physiker welche einen Wärmestoff statuiren, nehmen an, daß in diesen und ähnlichen Fällen, das Vermögen der einzelnen Stoffe Wärme zu binden verändert und geschwächt, und dadurch Wärmestoff ausgeschieden werde.

8) Man nimmt nämlich an, daß sich der Wärmestoff mit anderen Stoffen so verbinden könne, daß er, an seiner Verbreitung vollkommen gehindert, auf keine Umgebung ausdehnend zu wirken vermöge, und somit auch nicht empfunden werden könne; und nennt ihn dann verborgenen oder ruhenden, gebundenen oder latenten Wärmestoff, im Gegensatz des fühlbaren, sensiblen oder freien Wärmestoffs, welcher Temperaturerhöhung der Körper hervorbringt und auf unser Gefühl und auf das Thermometer wirkt. Zu diesen Vorstellungen über die in und an den Körpern vorhandene Wärme, sind jene Physiker vorzüglich durch die merkwürdigen Wärmeregungen gelangt, welche durch Zustandsänderung bewirkt werden. Während nämlich ein schmelzbarer fester Körper im Schmelzen begriffen ist, oder während ein liquider expansibelflüssig wird, bleibt seine Temperatur ganz unverändert. Es steigt z. B. die Temperatur des liquiden in offenen Gefäßen erhitzten Wassers nur bis  $80^{\circ}$  R., wobei es siedet; so bald es diesen Temperaturgrad erreicht hat, geht es in Dampf über, und wird so lange als noch Dampfbildung möglich ist, nicht weiter in seiner Temperatur erhöht. Im Schmelzen begriffenes Blei, erhitzt sich bis  $540^{\circ}$  F., d. i. bis zu seinem Schmelzpunkte, und behauptet diesen Temperaturgrad so lange, bis es in allen seinen Theilen ge-

schmolzen ist, und nun erst fängt die Temperatur wieder an zu steigen. Aller während der Verdampfung oder Schmelzung zugetretener Wärmestoff, wirkt weder auf Gefühl noch aufs Thermometer, sondern dient nur zur Zustandsänderung des Wassers und Bleies von denen er gebunden wurde, daher jene Ausdrücke: latenter Wärmestoff etc. Wird Aetzkalk oder Schwefelsäure, oder Weingeist mit Wasser gemischt, so entstehen Erhitzungen, indem jener Meinung gemäfs, ein Theil des im Wasser gebundenen Wärmestoffs zum freien strahlenden Wärmestoff wird; vergl. S. 619. Erhitzung bei der Bildung der dunstförmigen unvollkommenen Salpetersäure durch Salpetergas und Sauerstoffgas (§. 130.); Erhitzung bei plötzlichen Salzkristallisationen, wenn die krystallisationsfähigen Salzlaugen an kalten Tagen in nicht zu grossen Mengen in Gläsern bewegt werden; vergl. PABITZKY in TROMMSDORFFS Journ. d. Pharm. VI. 2. 338. — Ueber die starke Erhitzung des ungelöschten Kalks mit Wasser; VOIGT in seiner oben angef. Schr. S. 42. Dort wo bei Mischung fester und flüssiger Körper, oder flüssiger Körper von verschiedener Dichtigkeit sehr bedeutende Temperaturerhöhungen statt finden, ist ausser der Rückbildung des Expansibelen in Tropfbares, oder des Tropfbaren in Starres, und ausser dabei eintretender Lösung, auch häufig Auflösung oder wenigstens Ausgleichung bestimmter chemischer Gegensätze mit im Spiel. Ueber VOIGTS, WINTERLS u. a. Meinung über jene Phänomene mündlich.

g) Auf die Fähigkeit kälterer Substanzen durch bereits warme ebenfalls erwärmt zu werden, gründet sich die Einrichtung und der Gebrauch der Wärme- und Hitzmesser. — Es setzt diese Erwärmung voraus:

in den kälteren Körper die Empfänglichkeit für die Wärmeerregung des wärmeren, und (da dabei umgekehrt der wärmere erkältet wird durch den kälteren) die Empfänglichkeit des wärmeren für die Kälteerregung des kälteren. Das ganze Verhältniß, durch die Ausdrücke: Mittheilung der Wärme und Ausgleichung der Temperaturen (*Tension der Wärme*, nach PICTET) bezeichnet, werden wir weiter unten näher kennen lernen; einstweilen vergl. m. Grundr. d. Chem. I. 511. — LALANDES Thermometer, wo die Theilung der Skale, nach MICHELI'S Vorschlag, von derjenigen Temperatur anfängt, welche das Mittel zwischen allen seit mehreren Jahren beobachteten Graden hat, und dieselbe Temperatur ist, welche in den Kellern des Pariser Observatoriums statt findet; v. ZACHS monatl. Correspond. z. Beförd. d. Erd- u. Himmelskunde. 1804. Febr. 131. 135. — NORBERGS Wärmemesser; TROMMSDORFFS Journ. f. Pharmac. VIII. 2. 107.

10) Rücksichtlich der Kälteerzeugung fügen wir denen §. 159. angegebenen Bedingungen noch folgende Beobacht. bei. Abkühlung der Luft an heissen Sommertagen durch Wasserdampferzeugung, indem man Gassen, Zimmer etc. mit Wasser bespritzt. Erzeugung des Eises (z. B. zu Benares) durch freiwillige Wasserverdunstung; Nutzen der Alcarrazas; Abkühlung der Getränke durch Eingraben der sie enthaltenden Gefässe in die Erde und darüber angebrachte Feuerung; Abkühlung der Neger durch starke Ausdünstung (vergl. oben 857); v. RUMFORDS Beob., dafs sich schwarze Körper eher abkühlen als farblose, dessen Abhdl. üb. die Wärme 175. Temperaturverminderung durch Verdünnung der Luft; S. 338.

( 552 )

Erkältung (und Gefrieren) des Quecksilbers im Thermometer, durch Verdampfung des rectificirten Aethers; des Schwefelalkohols; v. MONS'S u. WÜNSTARS Beob. MEYERS Methode durch Aetherverdunstung das Wasser zum Gefrieren zu bringen. Erkalten eines mit Wasser oder Weingeist gefeuchteten in der Luft geschwungenen Fingers. Gefrieren des Wassers durch plötzliches Vorüberströmen der Luft (mittelst der Luftpumpe). v. EDELKRANZ'S Maschine zur Erzeugung künstlicher Kälte; PFAFF u. FRIEDLIEDER Neueste Entd. d. franz. Gelehrt. 1803. 5. St. 75. — Temperaturniedrigung durch Lösung kryst. Salze. Das Anfriren eines unten mit Wasser befeuchteten, auf einen Ofen gestellten, eine Gemenge von Kochsalz und Eis enthaltenden zinnernen Tellers, im Momente da das Gemenge schmilzt. Grössere (künstliche) Kälte durch schneller zerfließbare Materien, nach WALKERS und LOWITZ'S Beob.

Kaltmachende Mischungen	Erniedrigung des Thermometers
	von      bis
1) Mit eben so viel Wasser verdünnte Schwefelsäure und Schwefelsaures Natron zu gleichen Theilen	50°F. — 30°
2) Schwefels. Natr. 8 Thl. u. Salsäure 5 Thl.	50° — 0°
3) Salpeters. Ammoniak 1 u. Wasser 1.	50° — 4°
4) Kochsalz 1 u. Schnee 1.	32° — 0°
5) Salsz. Kalk 3 u. Schnee 2	32° — 50°—0
6) Kali 4 Schnee 3.	32° — 51°—0
7) Schnee 1 u. verdünnte Schwefels. 1.	20 — 60°—0
8) Schnee 1 u. verdünnte Salpeters. 1.	0° — 46°—0
9) Schnee 1 u. salzs. Kalk 2.	0° — 66°—0



- 10) Schnee 1 u. salzs. Kalk 3. - 40°—0— 73°—0  
 11) Verdünnte Schwefels. 10 -  
 u. Schnee 8 Theile. - 68°—0— 91°—0.

Vermischt man 4 Theile Eis und 1 Theil Schwefelsäure, beide von 32°, so sinkt die Temperatur der Mischung bis fast auf 4°—0 F. Es kommt bei dergl. Versuchen vorzüglich darauf an, daß die (frisch krystallisirten) Salze in kalter Umgebung möglichst fein gepulvert, gesiebt und vollkommen trocken sind, und daß der Schnee oder das Eis möglichst frisch und ohne Spuren von Schmelzung angewendet werde. Auch müssen die Gefäße dünn seyn, nur Raum für die kaltmachende Mischung haben, und diese muß sehr schnell in kalter Umgebung erfolgen. Bei von bedeutender Tiefe zu erzeugenden Kältegraden, ist es zweckmässig, die Materie vor der Mischung selbst zuvor in eine andere kaltmachende Mischung zu setzen.

11) FOURCROY und VAUQUELIN' LOWITZS Vers. wiederholend sahen in einer Mischung von 8 Theilen salzsauren Kalk und 6 Theilen trocknen Schnee, Quecksilber erstarren; bei einer grösseren Menge Merkur erstarrte es nicht ganz, und goß man das nicht erstarrte ab, so fand man den zurückgebliebenen festen Antheil, octaedrisch krystallisirt. Auf gleiche Weise brachten sie flüssiges Aetzammoniak zu wenig riechenden weissen Naden krystallisirt, rauchende Salpetersäure in rothen Nadeln (was aber dem Gr. v. MESSIN PUSCHKIN nicht gelang), Schwefeläther krystallisirt in weissen Blättern. ZANNETTI, jener kaltmachenden Mischung noch Salmiak zusetzend, sah ausser dem Gefrieren des Merkur (vergl. auch oben 859), gewöhnlichen Branntwein

erstarren. v. Mons durch salzsauren Kalk und festes Aetznatron eine grosse Kälte hervorbringend, beobachtete das mehrere Salzlösungen ihr Salz theils in Pulvergestalt, theils krystallinisch fallen liessen; Gold, Silber, Zinn und Blei verloren ihre Hämmerbarkeit (Zerspringen der Holzaxten und Beile beim Gebrauch in heftiger Kälte) und eine Feder liess sich wie Glas zerbrechen. Lowitz brachte in einem Gemenge von trockenem Aetzkalk und Schnee 12 und ein ander Mal 25 Pfund Merkur zum Erstarren. — Alkohol und flüssige Salzsäure, so wie alle wirklichen Gase wurden zur Zeit noch durch keinen bekannten Kältegrad zum Gefrieren gebracht.

12) Da die Temperatur unseres eigenen Körpers nicht immer gleich ist, so kann auch unser durch das Gefühl geleitetes Urtheil über die Wärme oder Kälte der Umgebung oftmals verschieden ausfallen, ohnerachtet die Umgebung dieselbe Temperatur beibehalten hatte. Keller scheinen im Winter warm, im Sommer kühl. Das Wasser kommt der an kältere Umgebungen gewöhnten Hand wärmer vor, als dem durch die Bedeckung an wärmere Umgebungen gewöhnten Leibe.

B) *Von der Fortpflanzung der Kälte und der Wärme.  
(Mittheilung, Leitung und Stralung.)*

§. 161.

XXXXVIII. Vers. a) Zwei Theile warmes Wasser von  $60^{\circ}$  R. und drei Theile Wasser von  $10^{\circ}$  R. werden in einer porzellänenen Schale mit einander gemischt; die Temperatur der Mischung wird  $30^{\circ}$  R. seyn. Werden zwei gleichartige

Massen von ungleichen Temperaturen mit einander vermischt, so verhält sich die neue Temperatur des Gemisches, wie der Quotient aus der Summe der Producte der Massen (oder Volumen) in ihre Temperaturen durch die Summe der Massen. Waren mithin die Mengen (Massen) des Wassers gleich, so wird die neue Temperatur genau das arithmetische Mittel der Temperaturen der einzelnen Wassermengen vor der Mischung halten. b) Sind hingegen die Körper ungleichartig, so werden sie (von ungleichen Temperaturen) mit einander gemengt die neue Temperatur nicht in den angegebenen Verhältnissen erlangen, sondern es werden vielmehr ungleiche Wärmeeregungen nöthig seyn, um in gleichen Massen dieser Körper gleiche Temperaturänderung hervorzubringen. 1 Pfund Merkur von  $110^{\circ}$  F. mit 1 Pfund Wasser von  $44^{\circ}$  F., giebt zur neuen Temperatur des Gemenges nicht  $77^{\circ}$  sondern  $47^{\circ}$  F. Oder hat das Merkur  $44^{\circ}$  F. und das Wasser  $110^{\circ}$  F., so wird die neue Temperatur  $107^{\circ}$  seyn. Während also die Temperatur des Wassers um  $3^{\circ}$  vermehrt wurde, wurde die des Merkurs um  $63^{\circ}$  vermindert; so viel Wärme als mithin das Merkur um  $63^{\circ}$  zu erwärmen vermag, ertheilt dem Wasser eine Temperaturerhöhung von  $3^{\circ}$ , und haben daher Wasser und Merkur gleiches Gewicht, so verhält sich die freie (aufs Thermometer wirkende) Wärme in jenem

zu derjenigen in diesem, wie  $63 : 3 = 21 : 1$ . Dieses Verhältniß specifisch verschiedener Körper bei gleichen Massen ungleiche Wärmemengen zu erfordern, um gleiche Temperaturgrade zu erreichen, nennt man die Capacität der Körper für Wärme; und derjenige von zwei Körpern hat die größte Capacität für die Wärme, der durch Mittheilung gleicher Wärmemengen, die geringste Temperaturänderung erfährt.

1) Unter dem Ausdrücke Menge der freien Wärme versteht man das Product aus dem Wärmegrade eines Körpers in seine Masse; und durch Capacität bezeichnet man das grössere oder geringere Vermögen eines Körpers Wärme gebunden zu halten, welches in dem Maasse statt findet, als die Körper flüssig sind (vergl. oben S. 865) hingegen um so mehr geschwächt wird, je fester die Körper werden. — Hingegen nennt man die (nicht absolut zu bestimmende) Wärmemenge, welche jeder eigenthümliche Stoff (bei bestimmter Masse) nöthig hat, um dadurch eine bestimmte Temperatur zu erreichen, seine specifische (comparative oder eigenthümliche) Wärme (Calor specificus). Aus dem obigen folgt, daß sich die specifischen Wärmen zweier Stoffe bei gleichen Massen und Temperaturen umgekehrt verhalten, wie die Temperaturunterschiede, die sie durch gleiche Wärmemengen erhalten; und nimmt man nun z. B. die für das Wasser zur Hervorbringung einer bestimmten Anzahl von Thermometergraden erforderliche Wärmemenge als zu vergleichende Einheit an, oder setzt sie  $= 1$ , so kann man durch

fernere Versuche ausmitteln, wie viel Wärme andere Stoffe heischen, um ihre Temperatur um eine gleiche Zahl von Graden zu erhöhen, oder wie sich ihre spezifische Wärme zu der des Wassers in Zahlen ausgedrückt verhalte. J. C. WILKE (Vers. über die eigenthümliche Menge des Feuers in den festen Körpern, in den Schwed. Abhdl. 1791. 49. u. CRELLS n. Entd. d. Chem. X. 49.) bestimmt die spezifische Wärme nicht bei gleichen Massen sondern bei gleichen Volumen, und nennt dieses relative Wärme. — HERM. BOERHAVE elem. chem. Lips. 1732. T. I. p. 166 252. Experiments and observations on animal heat, and the inflammation of combustible bodies etc. by ADAIR CRAWFORD. London 1779. 8. 1788. 8. Vers. u. Beob. über d. Wärme d. Thiere etc. Aus d. Engl. des A. CRAWFORD ins Deutsche übers. von L. v. CRELL. Leipz. 1799. 3. Ausg. 8. GEHLERS phys. Wörterb. IV. 567. und im Supplementbände 961. ff. MAYER üb. die Gesetze und Modificationen des Wärmestoffs. Erlangen 1791. 8. LAMPADIUS kurze Darstellung der vornehmsten Theorien des Feuers. Göttingen 1795. 8. CARRADORI Theoria dell Calore. Firenze 1788. 8. J. G. MAGELLANS Vers. üb. die neue Theorie des Elementarfeuers u. der Wärme d. Körper. Aus d. Franz. Leipz. 1782. 8. SCOPOLI u. VOLTA in CRELLS neuest. Entdeck. XII. 3. ff. W. MARGANS Erinnerungen gegen CRAWFORDS Theorie etc. Aus d. Engl. Leipz. 1785. 8. Prüfung d. neuen Theorie d. Feuers etc. in GRENS Journ. d. Phys. I. 5. ff. — GRENS Uebers. der Gesetze, nach welchen sich die Capacität richtet, in dessen Journ. II. 24.

2) Zu a) des obigen §. T, t bezeichnen die verschiedenen Temperaturen der zu vermischenden gleichar-

tigen Körper,  $M$ ,  $m$  ihre Massen oder Volumina, und  $x$  die neu zu erzeugende Temperatur; so ist  $x = \frac{T \cdot M + t \cdot m}{M + m}$ . Ist also  $M = m$ , so ist  $x = \frac{T + t}{2}$ .

Auch folgt aus der obigen Formel, daß  $M : m = x - t : T - x$ . Vergl. G. W. RICHMANN de quantitate caloris, quae post miscelam fluidorum certo gradu calidorum oriri debet, cogitationes; in den Nov. Comment. Acad. Sc. Imp. Petropolit. T. I. p. 152. Zu b) Sind die Gewichte  $P$ ,  $p$  zweier ungleichartigen Körper gleich, so verhalten sich die specifischen Wärmen  $m$ ,  $n$  umgekehrt, wie die Veränderungen in ihren respectiven Temperaturen  $x$ ,  $y$  nachdem sie auf eine gemeinschaftliche Temperatur gebracht worden sind; ist also  $P = p$ , so ist  $m : n = y : x$  mithin  $m = \frac{xy}{x}$ .

Sind hingegen die Gewichte ungleich, in diesem Falle durch  $G$ ,  $g$  bezeichnet; so ist  $m : n = yg : xG$  mithin  $m = \frac{nyg}{xG}$ . Vergl. D. IRVINE Beob. u.

Berechnung. in CRAWFORDS angef. Schrift. GADOLINS Vers. in d. Abhdl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. v. Jahr 1784. — NICHOLSONS Treatise on natural philosophy. BLAKS Vorles. üb. d. Grundl. d. Chem. Herausgeb. von J. ROBINS. Aus d. Engl. von L. v. CRELL. Hamburg 1804. 8. I. 99—120. 393. ff.

5) Bei hieher gehörenden Vers. ist zu bemerken, daß der wärmere Körper um etwas durch die äussere Luft, durch das Gefäß etc. erkaltet; daß bei eintretenden chemischen Mischungen keine unmittelbaren Vergleichungen der Körper möglich sind, und daß bei eintretenden Zustandsänderungen Wärme gebunden wird, dessen Menge nach Verschiedenheit der

chemischen Beschaffenheit und selbst der Zustandsstufe des Körpers veränderlich ist. Vermischt man Schnee oder Eis dessen Temperatur =  $0^{\circ}$  R. oder  $32^{\circ}$  F. ist, mit Wasser von  $60^{\circ}$  R., so ist die neue Temperatur nicht  $30^{\circ}$  R., sondern bleibt  $0^{\circ}$  R., indem aller Schnee flüssig wird. 1 Pfund Eis bindet daher beim Schmelzen so viel Wärme (nach LAVOISIER und LAPLACE) als nöthig ist, um 1 Pfund Wasser bis zu  $60^{\circ}$  R. zu erwärmen; und nach WATTS Vers. bindet das in Dampf übergehende bereits siedende Wasser so viel Wärme, als nöthig wäre, um einen Körper, der gleiche Wärmecapacität mit dem Wasser hat, bis  $419^{\circ}$  R. zu erhitzen. Vergl. Erkal tung durch Verdampfen, oben S. 868. Um in hieher gehörenden Fällen die Wärmemittheilung zu bestimmen, muß zuvor die Menge der latent werdenden Wärme bestimmt werden. Hierauf stützte LAVOISIER und LAPLACE sein Verfahren, die specifische Wärme verschiedener Stoffe zu vergleichen, und die Einrichtung des dazu erfundenen Calorimeters, vergl. ob. S. 854. In der Regel haben dichtere Körper mehr specifische Wärme als dünnere; vergl. die Temperaturerhöhungen durch Mischung von Schwefelsäure und Wasser etc., durch Druck, Stofs, Hämmern etc.

4) In nachfolgender Tabelle sind die Resultate über einige der bisher rücksichtlich ihrer specif. Wärme untersuchten, und mit der des Wassers (die zu 1,0000 gesetzt ist) von gleicher Temperatur verglichenen Körper so zusammengestellt, daß in der dritten Columne bei gleichem Gewichte, und in der vierten bei gleichem Volumen das Verhältniß ihrer specif. Wärme angegeben wird. Die Resultate der vierten C. sind nach MAYER (vom Wärmestoff etc.)

dadurch erhalten worden, daß die spezifische Wärme gleicher Gewichte der verschiedenen Stoffe mit ihrem (respectiven) specif. Gewichte multiplicirt wurde.

	Namen d. Specif.		Specif. Wärme.	
	Beob.	Gewicht	Gleicher Gew.	Gleicher Volun.
Wasserstoffgas	CRAWFORD	0,000094	21,40000	0,00201
Sauerstoffgas	— —	0,0034	4,7490	0,00622
Atmosphär. Luft	— —	0,00122	1,7900	0,00213
Salpetergas	— —	0,00120	0,7036	0,00080
Kohlensaures Gas	— —	0,00183	1,0459	0,00186
Wasserdampf	— —	—	0,5500	—
Wasser	— —	1,000000	1,000000	1,000050
Salzsäure	— —	1,122	0,6800	0,7630
Schwefelsäure	Mittelzahl u. CRAWF. KIRWAN u. LAVOISIER	1,840 1,353	0,5968 0,576	1,0981 0,7804
Salpetersäure	— —	—	0,1030	0,1039
Weinessig destill.	CRAWFORD	0,8371	0,6021	0,5040
Alkohol	KIRWAN	0,997	0,7080	0,7058
Flüssiges Ammoniak	LAVOISIER	—	0,3346	—
Kalkwasser	KIRWAN	1,346	0,759530	1,0216
Kalilösung	— —	—	0,779	—
Salmiaklösung (1 : 8)	LAVOISIER	—	0,8167	—
Salpeterlösung (1 : 8)	KIRWAN	—	0,734	—
Eisenvitriollös. (1 : 2, 5)	— —	0,9403	0,528	0,4965
Leinöl	— —	0,9010	0,472	0,4677
Terpentinöl	KIRWAN u. LAVOISIER	13,568	0,3100	4,2061
Mercur	KIRWAN	0,916	0,9000	—
Eis	— —	1,99	0,183	0,3642
Schwefel	CRAWFORD	—	0,2631	—
Holzkohle	CRAWF. u. WILKE	7,154	0,981	0,7018
Zink	—	—	—	—



	Namen d. Beob.	Specif. Gew.	Specif. Wärme.	
			Gleicher Gew.	Gleicher Volum.
Eisen	CRAWF. u. WILKE	7,876	0,1264	0,9955
Kupfer	— —	8,784	0,1121	0,9847
Mössing	— —	8,358	0,1141	0,9536
Spießglas	— —	6,107	0,0637	0,3890
Wismuth	WILKE	9,861	0,043	0,4240
Blei	WILKE CRAWF. u. KIRWAN	11,456	0,0424	0,4857
Zinn	— —	7,380	0,0661	0,4878
Silber	WILKE	10,001	0,082	0,8201
Gold	— —	19,040	0,050	0,9520
Gelbes Bleioxyd	CRAWFORD		0,0680	
Weisses Zinnoxid	— —		0,0990	
Kreide	— —		0,2564	
Wintereichen	MAYER	0,531	0,51	0,3218
Fichtenholz	— —	0,408	0,65	0,2652
Lindenholz	— —	0,447	0,60	0,2682
Reis	CRAWFORD		0,5050	
Waizen	— —		0,4770	
Gerste	— —	1,054	0,4210	
Hafer	— —		0,4106	
Erbsen	— —		0,4920	
Mageres Rindfleisch	KIRWAN		0,7400	
Ochsenhaut mit Haaren	CRAWFORD		0,787	
Lunge eines Schaafes	— —		0,760	
Wallrath	— —		0,5000	
Agat	WILKE	2,648	0,105	0,565

5) Wo irgend Wärme verschwindet (durch Vermehrung der Capacitäten gebunden wird), ist Zustandsänderung gegeben; veränderte Form der Darstellung eines Dinges, setzt aber unter diesen Umständen voraus, daß in dem, was dieser Aenderung unterliegt,

Thätigkeiten gegeben sind, die nur innerhalb der Grenze des sich Aendernden wirken, deren Wirken aber sehr allgemeinen Bedingungen unterworfen ist. Dieses Beschränken jener Wirkungen auf die einzelne Masse, mögten wir nun zunächst als Folge eines Principis auffassen, welches der expandirenden (freien) Wärme stets entgegenstrebend, von uns früher (§. 158.) durch Kälteprincip bezeichnet wurde. Fluidisirende (freie) Wärme und begrenzende (gestaltende) Kälte gleichzeitig und am gleichen Orte wirkend, dürfte dann vielleicht dem magnetischen und electrischen Gegensatze zur ersten Quelle dienen? — Ob bei Annahme eines Wärmestoffes, freie (keiner Anziehung unterworfen, strahlende) Wärme, und ob bei Leugnung eines Kälteprincipis, vollkommene Bindung der Wärme denkbar ist, mündlich.

6) Jede Mittheilung der Wärme zwischen gegenseitig sich berührenden Massen, erfolgt anfänglich gewöhnlich schneller (und zwar um so schneller je grösser der Unterschied der respectiven Temperaturen ist), als späterhin, wo sich die Massen der Temperaturgleichheit nähern. Den verschiedenen Beobachtungen gemäfs, stehen die Wärmemengen, die ein Körper nach einander in kleinen Zeiträumen verliert, mit dem Temperaturunterschiede der Umgebung in Verhältnifs, und es scheinen die Temperaturunterschiede des Körpers und seiner Umgebung in einer geometrischen Progression sich zu vermindern, während die Zeit in einer arithmetischen Progression zunimmt. Vergl. NEUTON Princip. etc. L. III. Prop. VIII. Cor. IV. LAMBERTS Pyrometrie. §. 255. RICHMANN in den Nov. Comment. Petrop. 191. IRVINE a. a. O. Ein Körper der in käl-

terer Umgebung sich langsamer abkühlt, als ein anderer mit ihm in dieser Hinsicht verglichener, ist specifisch wärmer. Jede Abkühlung oder Erhitzung hängt aber ausser dem angeführten, von dem eigenthümlichen Vermögen des Körpers ab, die Wärme zu leiten.

## §. 162.

Erfahrung lehrt, dass verschiedene Stoffe durch einen und denselben wärmenden Körper in verschiedenen Zeiten warm werden, und die empfangene Wärme durch ihre Masse verbreiten. Man nennt dieses die Leitungsfähigkeit der Körper für die Wärme; und ein Körper ist ein so besserer Wärmeleiter, je schneller er die Wärme in sich fortpflanzt und mittheilt, und in je kürzerer Zeit er einen von ihm eingeschlossenen heissen Körper abkühlt. Schlechte Wärmeleiter nennt man gewöhnlich warmhaltende Körper.

1) Seidene und wollene Kleider halten wärmer als baumwollene und leinene; Federbetten wärmer als baumwollene Decken; Strohdächer im Winter wärmer und im Sommer kühler als Ziegeldächer. Eisgruben mit hölzernen Bekleidungen halten äussere Wärme besser ab, als mit steinernen Wänden versehene. Ein an einem Ende glühender Drath verletzt die das entgegengesetzte Ende berührende Hand, während ein an einem Ende brennender Holzspahn (von gleicher Länge) am anderen Ende ohne Gefahr gehalten werden kann. Mit Schnee bedeckter Boden

bleibt im Winter wärmer, als der zu gleicher Zeit von Schnee entblößte, von der Luft unmittelbar berührte. Einrichtung und Bedeckung der Mistbeete. Umwickeln der Bäume mit Stroh. Umwickeln der Füße mit Papier, um sie (in Stiefeln) gegen das Erfrieren zu schützen. Metalle fühlen sich unter gleichen Umständen kälter an als Holz. Die erhitzten Körper erkalten im Quecksilber am schnellsten, minder schnell im Wasser, noch langsamer in der Luft. — Im allgemeinen scheinen die Körper um so schlechtere Wärmeleiter zu seyn, je flüssiger, flüchtiger, durchsichtiger, weniger dicht und farbenloser sie sind, und bei organischen Stoffen, je höher der Standpunct war, den sie als organisches Compositum in der Reihe organisirter Körper einnehmen; vergl. KASTNER'S Grundr. d. Chem. 309.

2) Die Leitungsfähigkeiten heterogener Stoffe, verhalten sich dem obigen gemäß, wie die Zeiten, in denen sie (bei übrigens gleichen Umständen) von ihnen eingeschlossene erhitzte Körper abkühlen. Hier auf sich stützend hat man die Leitungsvermögen verschiedener Körper durch Versuche ausgemittelt, und das Leitungsvermögen eines bestimmten Stoffes zum vergleichenden Maasstabe wählend, ihr gegenseitiges Verhältniß (wie das ihrer specif. Wärme) in Zahlen auszudrücken sich bemüht. Bezeichnen wir die Leitungsfähigkeiten zweier Körper durch  $L$  und  $l$ ; die Zeiten, in welchen sie eine bestimmte Temperatur annehmen oder verlieren durch  $T$  und  $t$ ; die Fähigkeiten überhaupt Wärme aufzunehmen (oder ihre Anziehungen zu dem sogen. Wärmestoff) mit  $A$  und  $a$ , und die Mengen ihrer specif. Wärme mit  $S$  und  $s$ ; so ist

$$T : t = l : L$$

$$l : L = A : a$$

$$A : a = S : s.$$

3) Unter allen Körpern sind die Metalle die besten Wärmeleiter. Nach RICHMANN ist Blei der beste Wärmeleiter; hierauf folgen Zinn, Eisen, Kupfer und Mössing. Er liefs sich zu dem Ende metallene Kugeln von gleichem Volumen mit gleichen cylindrischen Höhlungen machen, füllte die Höhlungen mit einer Flüssigkeit, stellte die Kugel eines Thermometers hinein, erhitzte nun die metallenen Kugeln bis auf einen bestimmten Grad, und liefs sie hierauf in freier Luft hängend, abkühlen. (R. in den Nov. Comment. Petrop. III. 309. IV. 241.) FRANKLIN schlug vor, Dräthe verschiedener Metalle mit Wachs oder Talg zu überziehen, sie dann in heisses Oel oder geschmolzenes Blei zu senken, und die Zeit zu bemerken, in der die Abschmelzung des Wachses an jedem Drahte erfolgte. INGENHOUS (in s. seinen vermischten Schrift. II. und im Journ. de Phys. T. XXXIV. p. 68) befolgte diesen Vorschlag, und wollte gefunden haben, dafs unter den Metallen Silber am besten, Blei am schlechtesten leite. MAYER schliesst aber aus diesen Vers. gerade das Gegentheil; denn je besser das Metall leitet, um so schneller mufs die das Wachs schmelzende Wärme sich der umgebenden Luft mittheilen. MAYER (v. Wärmestoff u. CRELLS chem. Ann. 1798. I. 443.) operirte (auf ähnliche Weise wie RICHMANN) mit verschiedenen stark ausgetrockneten Hölzern, und fand das Verhältnifs der Leitung der Hölzer zu derjenigen des Wassers (= 1,000 gesetzt) im umgekehrten Verhältnisse ihrer specifischen Wärme:

Specif. Gewicht.	Specif. Wärme.	Wärmeleitung.
Wasser 1,000	1,00	1,00
Ebenholz 1,054	0,43	2,17
Weißbüchen 0,690	0,48	3,25
Pflaumenbaum 0,687	0,44	3,25
Sommereichen 0,668	0,45	3,26
Birnbaum 0,603	0,50	3,32
Föhren 0,495	0,58	3,75
Tannen 0,417	0,60	3,89 etc.

Vergl. a. a. O. RUMFORD (in GRENS N. Journ. d. Phys. IV. 418 u. Annal. d. Phys. I. 214. V. 283 u. R's Abhdl. üb. d. Wärme. Berlin 1805 8. S. 16 u. ff.) folgert ebenfalls aus seinen Vers. (üb. feste zu Kleidungsstücken dienende Substanzen verglichen mit der Leitung der Luft), daß die Wärmeleitungsfähigkeit im verkehrten Verhältnisse der beob. Zeiten, dagegen ihr wärmehaltendes Vermögen im geraden Verhältnisse derselben stehe:

Zeiträume d. Abkühlung	Wärmeleitung.
Luft 576	1,0000
Feines Leinen 1032	0,5581
Baumwolle 1046	0,5506
Schaafwolle 1118	0,5152
Rohe Seide 1284	0,4485
Castorfell 1296	0,4444
Eiderdunen 1305	0,4413
Hasenfell 1315	0,4380

Als R. einen silbernen Löffel über eine brennende Wachskerze inwendig mit Ruß beschlagen, und einen Wassertropfen hineinfallen ließ, bemerkte er, daß der möglichst erhitzte Löffel dennoch den (nicht adhären den kugelichen) Tropfen nicht zum Sieden brachte, was theils von der schlechten Leitung der Kohle, theils von der des Wassers zeugt. R. leitet überhaupt die Leitung der unmetallischen Flüssigkeiten von ihrer Bewegung ab, in der sie sich befinden;

( 32 )

im ruhenden Zustande sind sie sehr schlechte Wärmeleiter. (Erkältung durch Luftzug etc.) Nach seinen älteren Beob. hierüber, steht die Leitungsfähigkeit einiger Gase in folgendem Verhältnisse zu der des Wassers und des Quecksilbers:

	Wärmeleitungsfähigkeit gegen die des	
	Quecksilbers — 1,000	Wassers 1,000
Quecksilber	1,000	3,194
Feuchte Luft	0,330	1,051
Wasser	0,315	1,000
Atmosphär. Luft von gewöhnl. Dichtigkeit = 1	— 0,08041	0,256
Verdünnte Luft von gewöhnl. Dichtigkeit = $\frac{1}{4}$	— 0,08023	0,255
— — — — — = $\frac{1}{24}$	— 0,078	0,249
TORRICELLISCHE Leere	— 0,055	0,169

Rücksichtlich der T. Leere verdient indess bemerkt zu werden, das hier eigentlich die Leitung der Hülle die den leeren Raum begrenzt, und nicht die der Leere selbst angegeben ist; dasselbe gilt auch von PROCTERS hierher gehörenden Beob., vergl. P's Vers. über das Feuer. Cap. 4—6. — ACHARDS Vers. über die Leitung tropfbarer Flüssigkeiten in CRELLS Ann. 1787. II. 139. 292.; nach Art der RICHMANN'SCHEN angestellt und zu ähnlichen Resultaten führend, zeigen, das die Leitungsfähigkeit tropfbarer Flüssigkeiten im umgekehrten Verhältniß ihrer specif. Wärme stehe. — Auch vergl. man noch GUYTON in SCHERERS A. Journ. d. Chem. I. 411. A. v. HUMBOLDT üb. die chem. u. phys. Grundsätze der Salzwerkskunde (zugleich enthaltend mehrere Anwendungen von der richtigen Kenntniß der Wärmeleitung im gemeinen Leben);

( 56<sup>2</sup> )

im Bergmännischen Journ. herausgeg. von KÖHLER u. HOFFMANN. 1792. 1. u. 2. St. — Ueb. RUMFORDS Behaupt. daß ruhige Flüssigkeiten gar nicht leiten (vergl. oben): DELUCS Einwürfe in GILBERTS ANN. I. 464. SOCQUETS ebend. VI. 407. GRIMMS a. a. O. VI. 361. TOMSONS a. a. O. XVI. 2. 129. PARROTS Prüfung ebend. XVII. 257. 369. XXII. 148. MURRAY in VOIGTS Mag. f. Naturk. IV. 440. V. 70. DALTON in GILBERTS ANN. XIV. 184.

4) In sofern ein bis zu einem bestimmten Grade erwärmter Körper, in eine kältere Umgebung kommend, dieser nur allmähig seinen Wärmeüberfluß überläßt, ist er ein Selbstwärmeleiter. Der Erfahrung gemäß, läßt er unter diesen Umständen seine Wärme um so langsamer fahren, je schneller er sie zuvor angenommen und gebunden hatte; und er ist ein so schlechterer Wärmeableiter, je größer sein Selbstleitungsvermögen war. Der beste Selbstleiter ist die Luft, ihr folgen nach BÖCKMANN der Kork (Pantoffelholz) die Hölzer, Steine und Metalle; vergl. C. W. BÖCKMANNS unter der Presse befindliche, an scharfsinnigen Bemerkungen und Versuchen reiche Abhandlungen über Wärme und Licht, von denen mir die erstere von dem Verfasser im Manuscript gütigst mitgetheilt wurde. Setzt man das Wärmeleitungsvermögen des Wismuths (der nach B. im electr. Zustande die Wärme schneller ableitet, als im nicht electricisirten) = 1000, so ist nach B. das Verhältniß folgendes:

Wismuth	1000
Spießglas	879
Merkur	843
Blei	841



Zinn	666	Rose's leichtflüss. Metallgemisch	526
Gold	455	Mössing	346
Silber	441		
Nickel	421		
Zink	401		
Kupfer	340		
Eisen	332		

Ueber Ableitung und Fortleitung der Wärme: vergl. LANGSDORFFS Wärmelehre. §. 119. S. 179. — Uebrigens erkaltet in ein und demselben erkaltendem Medio und bei gleichem Temperaturunterschiede, derselbe Körper um so geschwinder, je weniger Masse und je mehr Oberfläche er darbietet; oder die Erkältungszeit steht im geraden Verhältnisse der Masse des wärmeren Körpers, und im umgekehrten Verhältnisse seiner (physischen) Oberfläche. Eben so wird die Erwärmungszeit bei einem im wärmenden Medio befindlichen kälteren Körper, in demselben Verhältnisse stehen.

5) Die schlechte Leitung lockerer Körper, z. B. Wolle, Federn, Asche, Schnee etc. rührt zum Theil von der durch Adhäsion ruhig anhängenden Luft her. — Nach PARROT ist bei übrigens gleichen Umständen, die Leitung eines Körpers um so stärker je homogener, und so schwächer je heterogener seine Theile sind; GILBERTS Annal. XVII. 395. — Nach MAYER (GRENS Journ. d. Phys. III. 19.) ändert sich die Leitung eines und desselben Stoffes bei beträchtlichen Aenderungen der Temperatur; daher die Vergleichen der Leitungen verschiedener Stoffe in nahe kommenden Temperaturen angestellt werden müssen.

6) MAYER'S Bemerkung, daß die Leitung zweier

Körper sich umgekehrt verhalte, wie die Zeiten, in denen sie einerlei Aenderung einer gemeinschaftlichen Temperatur in demselben Medium erleiden (vergl. oben); oder dafs ihre Leitungsvermögen im geraden Verhältnisse stehen mit dem Logarithmen ihrer Erkältungsexponenten; begründete nachstehende von v. HUMBOLDT gegebene Formel zur Berechnung des Leitungsvermögens selbst: nach welcher dieses  $= \frac{1}{p c}$  ist,

wenn das specif. Gewicht eines Körpers  $= p$  und seine specif. Wärme  $= c$  gesetzt wird. (Vergl. oben.) Sie kommt mit denen durch Versuche erhaltenen Resultaten genauer überein, als man es von den oftmals sehr abweichenden Bestimmungsarten der spec. Wärme zu erwarten berechtigt ist.

7) Alle tropfbare, der expansiblen Flüssigkeit fähige und alle expansibel-elastische Flüssigkeiten können (solange keine Mischungs- und Zustandsänderung erfolgt) um so höhere Temperaturen annehmen, je stärker sie comprimirt oder eingeschlossen werden. Hierauf gründen sich zum Theil die verschiedenen Siedepuncte, die eine und dieselbe Flüssigkeit hat, je nachdem sie unter verschiedenem Luftdrucke erhitzt wird; mehr hierüber weiter unten, einstweilen vergl. I. Bd. S. 338.

§. 163.

XXXXIX. Vers. In dem Brennpuncte eines grossen metallenen Hohlspiegels, bringe man die Flamme einer brennenden Kerze: die von der Flamme in Begleitung des Lichtes divergirend ausgehenden Wärmestralen, werden von dem

Spiegel aufgefangen und so zurückgeworfen, daß sie in paralleler Richtung fortgehend von einem zweiten (dem ersten ganz gleichen und ihm gegenüber aufgehängenen) Hohlspiegel gesammelt, und in dessen Brennpuncte wieder vereinigt werden; in dem Brennpuncte dieses zweiten Hohlspiegels fühlt man daher eine merkbare Wärme, die mittelst eines passenden Metallthermometers auch dem Grade nach bestimmt werden kann, während der Raum zwischen beiden Brennpuncten seine Temperatur nicht (wenigstens nicht merklich) ändert. Aus SCHEELLE'S, PICTETS u. a. hieher gehörende Beob. und Vers. ergiebt sich, daß alle undurchsichtige feste Körper die Wärmestralen nach den Gesetzen der Reflexion des Lichtes und des Schalles (vergl. die vorhergehenden Cap.) zurückwerfen.

1) Ein vor's Feuer gehaltener Glasspiegel wirft zwar (jedoch unvollkommen) das Licht, nicht aber die Wärme (wenigstens nicht bemerkbar) zurück; während die Schallstralen (z. B. einer in Gang seyenden Taschenuhr) von beiden Arten von Hohlspiegeln ohne bedeutenden Unterschied reflectirt werden. — Auch bleibt in dem obigen Versuche der erste metallene Spiegel ziemlich kalt, während der Glasspiegel sich erhitzt. Erreicht diese Erhitzung ein gewisses Maximum, so wird das Glas zum Wärmeleiter, und ist dann für die Wärme so durchföhlbar, wie es für das Licht durchsichtig ist. — Uebrigens nimmt die Intensität der stralenden Wärme in dem

selben Verhältnisse ab, wie das Quadrat der Entfernung von ihrem Ausströmungspuncte zunimmt.

2) Feste Körper heben die stralende Wärme nur zum Theil auf, ausser wenn sie sehr dunkel und möglichst wenig glatt sind, wo sie denn fast ganz zur Erhitzung jener Körper verwendet wird; sind sie durchsichtig (z. B. Glas), so lassen sie, bis auf einen gewissen Punct erhitzt, die Wärmestralen ungehindert durch. Expansibelflüssige Körper lassen die Wärmestralen ungehindert durch, jedoch scheinen diese nach HERSCHEL'S Beob. (vergl. S. 837) dabei eine Art von Brechung zu erleiden, unter Bedingungen, die denen der Lichtbrechung in gewisser Hinsicht ähnlich sind. Liquide Flüssigkeiten vermindern die stralende Wärme so lange, bis sie dadurch zu einem gewissen Grade erhitzt worden, der die Dampfbildung beschleunigt.

3) HERSCHEL glaubt aus seinen Beob. folgern zu müssen, daß die Geschwindigkeit der stralenden Wärme, derjenigen des Lichtes wo nicht gleich doch sehr nahe komme; aus PICTET'S directen Vers., ergiebt sich indess bis jetzt nur, daß die Zeit, welche die Wärmestralen gebrauchen um sich durch einen Raum von 69 par. Fufs fortzupflanzen, unmeßbar sey. — In den meisten oben unter A aufgeführten Fällen der Wärmeerregung entsteht stralende Wärme, die zum Theil durch die wärmeerregenden Substanzen selbst wieder aufgehoben wird, worauf bei denen Vers. über die Capacität der Körper für die Wärme, Rücksicht genommen werden muß.

4) Vergl. SCHEELE'S Phys. u. Chem. Werke. I. Berlin 1793. 8. — PICTET in s. oben angef. Schr. Cap.

3—7. HERSCHEL in den Philos. Transact. f. 1800. P. II. p. 255. 284. u. 293. u. in GILBERTS Ann. VII. 137. X. 68 ENGLEFIELD a. a. O. XII. 399. WÜNSCH a. a. O. XXVI. 289. ff. RITTER vergl. oben S. 838. — Ueber stralende Kälte mündlich, und Gr. v. RUMFORD in s. angef. Abhdl.

C) *Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Raumerfüllung einzelner Materien.*

§. 164.

Dem Vorhergehenden zufolge wird die Mittheilung der Wärme in flüssigen Körpern durch Bewegung erhöht; aber nicht nur die von außen kommende mechanische, sondern vorzüglich auch die durch ungleiche Ausdehnung (Dilatatio) der ungleich erhitzten Flüssigkeitssäulen erzeugte Bewegung ist es, welche hier die Wärmeverbreitung so auffallend beschleunigt; daher der bedeutende Unterschied beim Erhitzen flüssiger Stoffe, je nachdem die Erhitzung zunächst auf der unteren oder oberen Fläche der Flüssigkeit angebracht wird.

1) Auf diesen Unterschied beim Erhitzen haben jedoch ausserdem mechanisches Erschweren der inneren Bewegung, und Verminderung der Flüssigkeit Einfluss Vergl. oben S. 883 u. Gr. v. RUMFORD a. a. O. SOCQUET in GILBERTS Ann. VI. 407; THOMSON ebendas. XIV. 129.; MURRAY ebend. 158.; DALTON 184.; PARROT XVII. 257. 369. XXII. 148. u. BERTHOLLET in dessen Statique chimique. I. 457.

2) Erhitzung in hölzernen Gefässen. Centralfeue-

rungen. Wirkung der Wetterschächte und Wetterwechsel in Gruben. Zug der Luft in den Windöfen. Die entgegengesetzten Strömungen der Luft durch die geöffnete Thür eines geheizten Zimmers.

## §. 165.

Eines der merkwürdigsten Phänomene erhitzter tropfbarer Flüssigkeiten ist das Sieden derselben, welches jedesmal erfolgt, wenn die Flüssigkeit in diejenige Temperatur versetzt wird, wo das Maximum der Expansivkraft ihres Dampfes gleich ist, dem zeitigen Druck den die Oberfläche der Flüssigkeit erleidet; vergl. E. G. FISCHERS Darstellung und Kritik der Verdunstungslehre nach den neuesten besonders den DALTONSchen Versuchen. Berlin 1810. 8. S. 20.

1) Bei jeder Temperatur bringt nämlich die Wärme in der Flüssigkeit hervor: ein Bestreben den ausdehnenden Zustand mit einer bestimmten Expansivkraft anzunehmen; welches, solange es schwächer ist, als der Druck der Luft, den entstehenden Dampf unvermerkt, vermöge der Anziehung des Wasserdampfes zur Luft, in die Luft übergehen läßt; sobald es hingegen dem Luftdrucke gleich ist, findet der Uebergang keinen Widerstand, und wird die Wärme wie gewöhnlich dem Gefäße von unten mitgetheilt, so wird die Bildung aufsteigender Dampfblasen und somit die wallende Bewegung des Siedens durch nichts gehindert, weil sie gleiche oder etwas grössere Expansivkraft als die Luft haben; Fr-

SCHER a. a. O. 19. ff. 78. ff. Auch vergl. 276—281. 358. 359. dies. Grundr.

2) Nach DALTONS Vers. soll sich die Verdunstung des Aethers, Weingeistes, flüssigen Ammoniaks, tropfbaren salzsauren Kalks, der Schwefelsäure und des Merkurs, von ihrem Siedepuncte an gerechnet, eben so verhalten als die Verdunstung des Wassers, von seinem Siedepuncte an gerechnet; was jedoch bei dem Aether und Weingeiste und bei allen ähnlichen aus dem Organischen abstammenden Flüssigkeiten, so wie auch bei allen gemischten Flüssigkeiten anorganischen Ursprungs nicht ganz genau eintreffen dürfte, indem im ersteren Falle bei hohen Temperaturen Zerstörung und im letzteren Falle (z. B. bei den wässrigen salzsauren Kalk und der wässrigen Schwefelsäure) die Ziehkräfte der Mischung Abänderungen bewirken müssen; denn die Flüchtigkeit des der Säure oder dem salzsauren Kalk beigemischten Wassers, ist zwar durch die Anziehung jener Substanzen verändert, aber nicht gänzlich gebunden.

3) Diesem zufolge würde die von DALTON gegebene Tafel der Expansivkräfte des Wasserdunstes für jede andere Flüssigkeit brauchbar bleiben, wenn man nur die Temperaturen um eine bestimmte Anzahl von Graden, hinauf oder herabrückte; FISCHER a. a. O. 84. DALTONS Beob. über die so abweichende Verdunstung des salzsauren Kalks von derjenigen des reinen Wassers, erinnern übrigens an die ältere Beob., daß das meiste Regenwasser etwas salzsauren Kalk aufgelöst enthalte.

4) Die Beob. daß die Flüchtigkeit flüssiger und fester Materien durch Vermischung mit sehr feuerbeständigen bedeutend geschwächt werden kann, ohner-

achtet die Mischung selbst zum Theil nur von Art der Lösung (S. 96) ist (z. B. die des Weingeists durch Wasser, noch mehr durch Schwefelsäure; die des Quecksilbers durch andere Metalle in Amalgamen, des Arseniks durch Gold. — Vergl. meine Beiträge II.) und umgekehrt, daß die Feuerbesändigkeit gewisser Substanzen durch verdampfende flüchtige Materien, die ihnen beigemischt waren, sehr geschwächt wird (z. B. geringe Verflüchtigung der meisten flüssigen chemischen Mischungen und Stoffe durch verdampfendes Wasser, und daher rührende Verunreinigung der neben einander in nicht gehörig verschlossenen Gefäßen aufbewahrten Flüssigkeiten), nöthigen den Experimentator bei Bestimmung der Verflüchtigungsfähigkeit eines Körpers, auf seine chemischen Verhältnisse gehörig Rücksicht zu nehmen. Ist die chemische Mischung zweier Materien von Art der Auflösung, so ist die Aenderung in der Feuerbeständigkeit oder Flüchtigkeit der Stoffe noch auffallender; z. B. Verflüchtigung mehrerer Metalloxyde und Alkalien in Verbindung mit Salzsäure, mehrerer Säuren und Oxyde in Verbindung mit Ammoniak, der Kieselerde durch Flußsäure etc.

5) Bei einer Barom. Höhe von 28 par. Zollen sieden:

Aether	98° F.	29,3° R.	36,6° d. Centes.
Reiner Weingeist	140	48	60
Destill. Wasser	212	80	100
Kuhmilch	213	80,45	100,55
Gesättigte Kochsalzlös.	222,35	84,6	105,75
Salpetersäure	248,	96	120
Schwefelsäure	590	248	310
Leinöl	600	252,4	321
Quecksilber n. DALTON	666	281,6	352,2



Im möglichst leeren Raume ist nach ROBINSONS Vers. (BLACKKE a. a. O.) der Siedepunct der Flüssigkeiten bei einer Temperatur gegeben, die  $145^{\circ}$  F. niedriger ist, als unter obigem Luftdrucke; der des Wassers bei  $67^{\circ}$  F. (oder  $15,55^{\circ}$  R. oder  $19,44^{\circ}$  C.), des Alkohols bei  $34^{\circ}$  F. (oder  $0,88^{\circ}$  R. od.  $1,11^{\circ}$  C.). Da die Tropfbarkeit der Flüssigkeiten aber nicht blofs durch den atmosphärischen Luftdruck statt findet, sondern zum Theil Erfolg der eigenen Cohäsion und der Erdschwere ist (vergl. II. u. III. Cap.), so dürfte die Erde bei plötzlicher Wegnahme des Luftdruckes, wahrscheinlich keineswegs von aller tropfbarren Flüssigkeit durch Verdampfung befreiet werden. Erwärmung des Wassers im Wasserhammer. — Dagegen sieden jene Flüssigkeiten bei höheren Temperaturen, wenn der äussere Druck zunimmt; z. B. das Wasser im PAPINIANISCHEN Digestor (S. 339) nach MUSCHENBROEK bei einer Hitze, bei welcher Bleidräthe schmelzen, d. i. bei  $540^{\circ}$  F. — Ueber die Erhitzung in hermetisch versiegelten Gefässen; vergl. S. 340.

6) Mehrere Substanzen verändern wenn sie im Wasser gelöst werden, den Siedepunct desselben (bei übrigens gleichem Luftdrucke) sehr auffallend, z. B. die meisten Salze, Säuren, Oele, Harze, Kampher, Balsame, Honig und Schleime erhöhen ihn, während er durch Zusatz fein zertheilter Metalle, des Schwefels, der Metalloxyde, Erze, Steine, Glas, erdiger Salze, gesättigter Lösung des Bittersalzes, Boraxes, Alauns etc. erniedrigt und durch nachfolgende Beimischungen gar nicht geändert wird: Merkur, schwefelsaures Kupfer, weisses Colophonium, Sandarak und Drachenblut.

7) Um in Dampf überzugehen, erfordert das Wasser

bei 28" Barom. Höhe	212° F.	80° R.
— 26 — —	208,45	78,44
— 25 — —	206,60	77,61
— 10,500 — —	167	60
— 1,856 — —	99,50	30
— 0,309 — —	54,50	10
— 0 — —	0	32

8) Dem Vorhergehenden gemäß wird das Sieden auf Bergen bei schwächerer Erhitzung erfolgen müssen als in Thälern; die Beob. eines DE LUC (auf einer Reise über den Mont Cenis im J. 1762 und auf den Gebirgen in Faucignu 1765.), LEMONNIER (auf dem Gipfel des Lanigou in den Pyrenäen, wo das Barometer nur 20" 2,5" stand, und der Siedepunct des Wassers bei 71° R. gegeben war) SECONDAT DE MONTESQUIEUX (auf dem Pic de Midi, wo das Wasser bei 72° R. zum Sieden kam), bestätigen jene Folgerung vollkommen, und nach DE LUC bringt jede Verminderung des Barometerstandes um 1 Linie, den Siedepunct des Wassers um  $\frac{10}{63}$  F'sche Grade, und die von 28 zu 27 Zoll, um 1,9 F'sche Grade herab. GREN (in dessen N. Journ. d. Phys. I. 144. ff.) stellte mehrere Vers. über den Siedepunct des Wassers in einer mit der GUERIKESCHEN Leere verbundene Glocke an, und erhielt unter anderen folgende Resultate; bei 14" 6,5" Barom. Höhe war der Siedepunct bei 67° R.; bei 8" B. H. — 56—57° R.; bei 7" B. H. 54° R.; bei 6" 1" B. H. — 51,5° R.; bei 5" 5" B. H. 42° R.; bei 1" 6" — 29,5° R. Es kommen diese Beobachtungsergebnisse ziemlich genau mit denen von BETANCOURT, SCHMID u. a. erhaltenen Resultaten über die absoluten Elasticitäten der Wasserdämpfe bei be-

stimmten Temperaturen überein, und lassen daher die Folgerung zu, daß die absolute Elasticität der Wasserdämpfe in jedem Siedgrade dem jedesmaligen Barometerstande, welcher beim Sieden des Wassers gegeben ist proportional sey.

9) Hieraus sowohl als aus dem in obigen 165 §. ausgesprochenem Gesetze folgt ferner, daß wenn die Temperatur grösser ist, als zur Bildung des Dampfes erfordert wird, so übt der Dampf auch einen verhältnismässig grösseren Druck als die Luft aus, und steht daher mit einer Quecksilbersäule im Gleichgewichte, die höher als 18" ist. Ist dagegen die Temperatur geringer als zur Dampfbildung in freier Luft erfordert wird, so übt der Dampf einen verhältnismässig geringeren Druck aus, und steht mit einer Quecksilbersäule im Gleichgewicht, die unter 28" Höhe hat. DE LUCS, BETANCOURTS, SCHMIDTS, GAY-LUSSACS, DALTONS u. a. Versuche haben diese Folgerungen bestätigt, und man ist durch diese Versuche in den Stand gesetzt, bei bekannter Temperatur die Stärke der Dämpfe zu bestimmen. v. GERSTENBERG hat neuerlichst (NEUMANN'S Lehrb. d. Chem. I. 395. ff.) zwei Formeln für den Wasser- und Weingeistdampf zur Berechnung ihrer Stärke aufgefunden, die mehr als andere früher bekannte z. B. die eines PRONY u. a. mit den Erfahrungen übereinstimmen, und daher jenen vorgezogen zu werden verdienen; a) für die Elasticität des Wasserdampfs bei jeder Temperatur ist die der Barometerhöhe  $H = \frac{7}{16} \cdot 2^{\frac{t}{20}} \cdot 2^{\frac{t}{20}}$ , wenn  $t =$  der Temperatur des Dampfes gesetzt wird; b) für die Elasticität des Weingeistdampfes ist die Barometerhöhe  $H = 1 \cdot \frac{t}{20} \cdot 2^{\frac{t}{20}} - 0,5$ ; wovon fast un-

beschadet der Genauigkeit — 0,5 weggelassen werden kann. Zugleich ergibt sich aus den oben erwähnten Beob. und aus denen Berechnungen gedachter Formeln, daß bei gleichen Temperaturen die Elasticität des Wasserdampfs sich zu der des Weingeistdampfes verhält wie 7:16. Endlich folgt aus allen hieher gehörenden Erfahrungen, daß die elastischen Flüssigkeiten nur dann fähig werden, eine höhere Temperatur anzunehmen, wenn die Compression ihrer Ausdehnung widersteht, und daß die Compression die Zunahme der Temperatur aller elastischen Flüssigkeiten nur darum gestattet, weil sie sich ihrer Ausdehnung widersetzt; vergl. NEUMANN a. a. O. 405. Was für die expansiblen Flüssigkeiten rücksichtlich ihrer Erhitzungsfähigkeit die Compression ist, das ist bei den festen Substanzen die Cohärenz, die jedoch je nachdem sie in den einzelnen Körpern verschieden ist, auch verschiedene Erhitzungsfähigkeit begründet, während die Compression für alle expans. Flüssigkeiten dieselbe ist, und ihre Wirkungen durchgängig nicht nur ihrer Stärke proportional, sondern auch gleichförmig sind. Höhere Temperatur geht also stets dort hervor, wo die Wärme gehindert wird eine ihrer Intensität angemessene Ausdehnung zu bewirken; vergl. a. a. O. und oben A).

10) Die in nachstehender Tabelle angegebenen Siedepuncte des Wassers (die wenigstens bei Verfertigung correspondirender Thermometer hinlängliche Genauigkeit gewähren), sind nach der obigen v. GERSTENBERGSchen Formel (a) für bekannte Barometerhöhen berechnet; vergl. NEUMANN a. a. O. 386. ff.

Das Wasser siedet bei:

Barometerhöhe nach Pariser		Thermometergrade nach	
Zoll	Linien	REAUMUR	FAHRENHEIT
28	5	80,188	212,42
28	2	80,125	212,28
28	1	80,063	212,12
28	—	80	212
27	11	79,94	211,84
27	10	79,87	211,71
27	9	79,81	211,57
27	8	79,75	211,44
27	7	79,68	211,28
27	6	79,62	211,14
27	5	79,55	211
27	4	79,49	210,84
27	3	79,42	210,68
27	2	79,36	210,56
27	1	79,30	210,42
27	—	79,25	210,27
26	11	79,17	210,15
26	10	79,10	210
26	9	79,05	209,82
26	8	78,97	209,68
26	7	78,90	209,54
26	6	78,84	209,39
26	5	78,77	209,23
26	4	78,70	209,07
26	3	78,64	208,92
26		78,43	208,46

11) Vergl. Jo. HENR. ZIEGLER de digestore Papini. Basil. 1769. 4. DE BETANCOURT Mém. sur la force expansive de la vapeur de l'eau et de esprit de vin. Paris 1792. 4. G. G. SCHMIDT in GRENS Journ. d. Phys. IV. 3. S. 259. L. BICKER u. H. W. ROUPPE's Dampfmesser; in GILBERTS Ann. X. 257. CIARCY's Dampfbarometer GRENS Journ. a. a. O. 278. EDELKRANZS vereinigt. Sicherungs- und Vacuumsventil des Pap. Topfes; GILBERTS Ann. XXII. 127.

( 67 )

## §. 166.

Je höher die Temperatur ist, bei der eine tropfbare Flüssigkeit anfängt zu sieden, um so geringer ist diejenige Ausdehnung, welche sie durch einen bestimmten Zusatz zu ihrer bereits vorhandenen Temperatur erleidet, und umgekehrt; und die Ausdehnung jeder tropfbaren Flüssigkeit, durch gleiche Vermehrung ihrer Temperatur, nimmt um so mehr zu, je mehr sich ihre Temperatur demjenigen Grade nähert, bei dem die Flüssigkeit zu sieden anfängt. Die Versuche eines NEUTON, BLAGDEN, GILPIN, THOMSON und DE LUC bestätigen dieses vollkommen.

1) Nachstehende Tabelle liefert den Beweis des letzteren Gesetzes:

Thermometerstand	Quecksilber nach DEUC	Schwefelsäure nach THOMSON	Wasser nach BLAGDEN	Leinöl nach NEUTON	Alkohol nach GILPIN
32° F.	100000	—	—	100000	100000
40	100081	99752	—	—	100539
50	100183	100000	100023	—	101105
60	100304	100279	100091	—	101688
70	100406	100558	100197	—	102281
80	100508	100806	100332	—	102890
90	100610	101054	100694	—	103517
100	100712	101317	100908	102760	104162
110	100813	101540	—	—	—
120	100915	101834	101404	—	—
130	101017	102097	—	—	—
140	101119	102320	—	—	—
150	101220	102614	102017	—	—
160	101322	102893	—	—	—
170	101424	103116	—	—	—
180	101526	103339	—	—	—
190	101628	103587	103617	—	—
200	101730	103911	—	—	—
212	101835	—	01577	107250	—

SCHMIDTS hierher gehörende Vers.; in GRENS Journ. I. 216. DE LUC, ROY u. HALLSTRÖM über die Ausdehnung des Quecksilbers; GILBERTS Ann. XVII. 107.

2) DALTON (GILBERTS Annal. XV.) brachte tropfbares Wasser in die TORICELL. Leere, d. i. in einen veränderlichen aber gesperrten leeren Raum, und setzte es hierin verschiedenen Temperaturen aus; bei jeder Temperatur bildete sich unsichtbarer Wasserdampf, dessen Expansivkraft mit seiner Menge zunahm, bis sie ein gewisses für diese Temperatur unveränderliches Maximum erreichte. Vergl. oben S. 815. DALTON suchte dieses Maximum für jeden Thermometergrad zu bestimmen; und entwarf eine auf die Resultate dieser Versuche begründete Tabelle. Als Gesetz dieser Tafel scheint schon jetzt (bei noch obwaltenden Mangel an Genauigkeit der einzelnen Bestimmungen, die nur durch häufige Wiederholung jener Versuche möglich wird) hervorzugehen, dafs, bei gleichförmig wachsender Temperatur, das Maximum der Expansivkräfte ohngefähr in einer geometrischen Reihe wachse. Die Abweichung hiervon in D's Tabelle darf wie FISCHER wohl mit Recht vermuthet, als Fehler unserer Quecksilberthermometer angesehen werden, da eigentlich alle Beob. der Art mit genauen Luftthermometern an gestellt werden sollten. Vergl. FISCHERS Kritik. S. 9. ff. 24. ff. u. SOLDNER in GILBERTS Annal. XVII. u. XXV. Nachstehender Auszug der DALTONSchen Tabelle, den FISCHER (a. a. O. 11.) entwarf, möge dazu dienen obige Resultate anschaulicher zu machen. Die erste Columnne enthält Temperaturen der R'schen Skale, unter der Voraussetzung, dafs der Siedepunct bei 30 engl. (oder 28 par.) Z. Barometerhöhe bestimmt

(57<sup>2</sup>)

sey. Die zweite Columne enthält Verhältniszahlen der Temperatur nach dem Luftthermometer. Nach GAY-LUSSAC dehnt sich ein Luftquantum von der Eiskälte bis zum Siedepunct im Verhältniß 8:11 aus. Nimmt man nun an, daß Merkur und Luft gleichen Gang beobachten, so könnte man den Fundamentalabstand in 30 Theile theilen, bei dem Frostpuncte 80 und beim Siedepuncte 110 schreiben. Die dritte Columne enthält das Maximum der Expansivkraft des Dunstes bei jeder Temperatur nach engl. Zollen Barom. Höhe angegeben und unmittelbar aus DALTONS Tabelle entnommen. Die vierte Columne enthält den Exponenten jeder zwei in diesem Auszug unmittelbar auf einander folgenden Expansivkräfte nur bis zu Hunderteln berechnet.

Temper. nach d. 80theilchen Skale.	Temper. nach dem Luftther- mometer.	Expansivkräf- te nach engl. Zollen.	Exponenten jeder zwei Ex- pansivkräfte.
0°	80	0,200	1,87
8	83	0,375	1,80
16	86	0,676	1,79
24	89	1,21	1,74
32	92	2,11	1,66
40	95	3,50	1,64
48	98	5,74	1,57
56	101	9,02	1,54
64	104	13,92	1,49
72	107	20,77	1,44
80	110	30,00	

Wird mithin eine Luftmasse, bei gleichbleibender Temperatur, geprefst, so nimmt nach dem MARIOTTISCHEN Gesetz ihre Dichtigkeit in gleichem Verhältnisse mit dem Drucke zu. Würde die Temperatur einer Luftmasse bei gleichbleibendem Drucke geändert, so ändert sich ihr Volumen in geradem Verhältniß mit den Graden des Luftthermometers, also ihre



Dichtigkeit verkehrt in eben dem Verhältnifs. Ist sie hingegen gesperrt, dafs sich ihr Volumen und also auch ihre Dichtigkeit nicht ändern kann, so ändert sich ihre Expansivkraft in eben dem Verhältnifs. Bei den Dämpfen sind diese Gesetze durch das Maximum der Ausdehnbarkeit, dessen sie bei einer bestimmten Temperatur fähig sind, beschränkt. FISCHER a. a. O. 12. und dessen Lehrb. der mechanischen Naturl. Berlin 1805. XXX. Cap. §. 4. Aufschwellen mit Luft gefüllter Blasen durch Erhitzung. Die Einrichtung des Luftthermometers, des Heronsballs, der Feuerfontaine. Wird Wasserdampf in eine mit ihm gleich heisse Umgebung gelassen und zusammengedrückt; so wird ein Theil des Dampfes liquide, und die Temperatur steigt bedeutend. VOLTA u. SCOPOLI in CRELLS N. Entdeck. XL. 47.

3) Mit der Ausdehnung durch die Wärme ändert sich nothwendig auch das specif. Gewicht der Körper; vergl. Cap. II. dies. Grundr. Unter gleichen Umständen werden durch die Wärme expansibelflüssige Körper beträchtlicher als tropfbare, und diese mehr als feste Körper ausgedehnt. 100 Cub. Zoll Luft, von  $32^{\circ}$  F. bis  $212^{\circ}$  erhitzt; nehmen ein Volumen von 137,5 C. Z. ein; 100 C. Z. Wasser unter gleichen Umständen ein Volumen von 104,5; und 100 C. Z. Eisen; von 100,1. Die Ausdehnung des Wassers ist also um 45 mal grösser als die des Eisens, und die der Luft um 8 mal grösser als die des Wassers, und um 375 mal grösser als die des Eisens. Hohle Glaskügelchen die im kalten Weingeiste schwimmen, sinken im heissen unter. Ueber die Gewalt eingeschlossener und erhitzter Luft oder Dämpfe vergl. S. 339 u. FR. BAADER: Versuch einer Theorie der Spreng-

arbeit, nebst einem Vorschlag zur Verbesserung der Kunstsätze. Freiberg u. Annaberg 1792. 8. — Ueber die Methode: Gefässe mit enger Mündung (durch Erhitzung) mit tropfbaren Flüssigkeiten zu füllen. — Nach ROBINS dehnt sich atmosphärische Luft, die beim Eispunct einen C. Z. Raum einnimmt, bei der Weißglühhitze des Eisens auf vier C. Z. aus. R's neue Grundsätze der Artillerie übers. von EULER. Berlin 1745. 8. — Die Wirkung der Knallkugelchen. — Ueber die Ausdehnung verschiedener Luftarten vergl. PRIESTLEY's Vers. u. Beob. über verschiedene Gattungen der Luft. III. 322. PRIEUR DU VERNOIS Vers. beschrieben von DE MORVEAU; aus d. FRANZ. übers. in GRENS Journ. d. Phys. I. 399. G. G. SCHMIDT in GRENS N. Journ. d. Phys. IV 370. — Ueber Dunstbläschen-Entstehung vergl. §. 89. ff. u. C. G. KRATZENSTEIN von dem Aufsteigen der Dünste und Dämpfe. Halle 1744. 8. DE SAUSSURE's Hygrometrie. Leipz. 1784. 8. §. 198. ff. HILDEBRANDT, der die Bildung dieser Sphäroiden für die Wirkung electriche Polarität hält; dessen Naturlehre § 784. S. 607. Ein tropfbarer Körper ist um so flüssiger, je wärmer er ist. GERSTNER in GILBERTS Ann. V. 160.

4) Gleichzeitig mit DALTON, jedoch mittelst eines zusammengesetzteren und genauere Resultate gewährenden Apparats, entdeckte GAY-LUSSAC jenes wichtige Gesetz, daß alle Luftarten und Dämpfe, sofern diese keine Zustandsänderung erleiden, durch gleiche Temperaturveränderungen bei gleichbleibendem Drucke im gleichem Verhältniß ihr Volumen ändern, oder bei gleichbleibendem Volumen, im

gleichen Verhältniß ihre Expansivkraft ändern. Der Grund warum andere Naturforscher z. B. SCHMIDT (vergl. oben) fanden, daß die Gase und Dämpfe durch gleiche Wärmegrade ungleich ausgedehnt würden, muß darin gesucht werden, daß die Gase womit jene Physiker operirten, nicht wasserfrei waren. Jenes Gesetz ist um so wichtiger, da es in den Stand setzt, in der Ausdehnung einer permanenten, völlig trocknen Luftmasse, ein einzig richtiges Maafs der Wärme zu erhalten; indem die Ausdehnung der Gase lediglich eine Wirkung der Wärme und keineswegs von ihren specifischen Qualitäten abhängig ist. FISCHER a. a. O. 22.

5) Nach GAY-LUSSACS Vers. beträgt die Ausdehnung der Luft für jeden Grad der F'schen Skale zwischen dem Eis- und Siedepunct des Wassers  $0,00208$  oder  $\frac{1}{486}$  (nach DALTON  $\frac{1}{481}$ ) Theile, die Resultate hieher gehörender Berechnungen und Versuche hat GAY-LUSSAC in einer Tabelle zusammengestellt (GILBERTS Annal. XII. 396), der zufolge das Volum der Luft bei  $32^{\circ}$  F. zu  $10000$  gesetzt, bei  $212^{\circ}$  F.  $= 137440$  iss. G. L. hat jedoch bei diesen Angaben auf die Ausdehnung des Glases der Gefässe nicht Rücksicht genommen; sein Resultat ist daher zu klein, und in allen seinen Versuchen haben sich die elast. Flüssigkeiten wirklich stärker ausgedehnt. Nach GILBERTS Berechnung ist deswegen das von G. L. gefundene Resultat, um  $0,0052$  Theile zu erhöhen, so daß die Grösse der Ausdehnung vom Eis- bis zum Siedepunct des Wassers jetzt auf  $0,375 + 0,0052$  oder  $0,3802$  Theile angenommen werden muß.

6) Nicht minder wichtig als obiges Gesetz, ist das Resultat verschiedener von DALTON über die Ver-

dampfung angestellter Versuche. Er fand, daß die (Wasser-) Verdampfung in atmosphärischer, in Sauerstoff-, Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlenaurer Luft mit derselben Stärke vor sich gehe, als im luftleeren Raume. Nur das kohlenaurer Gas gewährte einige vom Wassergehalte herrührende Abweichungen. GILBERTS Annal. a. a. O. Auch vergl. man DE LUCS Theorie der Ausdünstung, in dessen Ideen üb. d. Meteorologie. Uebers. Berlin 1787. 8. — Bei übrigens gleichen Umständen erfolgt die Verdampfung im Sonnenlichte besser als im Schatten; im electricirten Zustande bei leitender Umgebung besser, als im nicht electricirten. Das Licht befördert die Verdampfung wahrscheinlich durch Erregung positiver Electricität.

7) Eine sehr merkwürdige Ausnahme von dem allg. Gesetz der Ausdehnung durch die Wärme macht das Wasser; es hat nämlich als Tropfbares ein Maximum der Dichte, welches nach DALTON und TRALLES (GILBERTS Annal. XIII. 293) mit  $42,5^{\circ}$  F. oder  $4,7^{\circ}$  R. eintritt, so daß ein Wasserthermometer nicht tiefer zu fallen vermag. Aendert man seine Temperatur über oder unter diesem Grade ab, so wird es wieder ausgedehnt, und zwar im letzteren Falle für jeden Grad unter  $42,5^{\circ}$  F. um soviel, daß nach D. bei  $32^{\circ}$  F. die gesammte Wiederausdehnung  $\frac{1}{160}$  derjenigen Dilatation beträgt, welche Statt hat, wenn es von  $42,5^{\circ}$  F. bis  $212^{\circ}$  erhitzt. Bei  $32^{\circ}$  und  $53^{\circ}$  F. ist die Ausdehnung genau gleich. Bei Salzlösungen will man etwas ähnliches beobachtet haben, jedoch ist es hier sehr schwer zu bestimmen, ob die Condensation auf Rechnung eines eintretenden Maximums oder beginnender Krystallisation vor sich geht. Bei anderen

Flüssigkeiten hat man zur Zeit nichts dergleichen wahrgenommen. Es scheint eine unter  $42,5^{\circ}$  F. beginnende Luftentwicklung, welche dem Gefrieren voran geht, der Grund jenes Maximums in der Verdichtung und darauf folgender Ausdehnung zu seyn. Vergl. meine Beitr. II. 103. die Note. ff. Die Verdichtung beim Erkalten von  $212^{\circ}$  —  $189\frac{1}{2}^{\circ}$  F. verhält sich zu der beim Erkalten von  $54,5^{\circ}$  —  $32^{\circ}$  F.

beim Olivenöl wie - - - - - 1,14 zu 1

beim Alkohol wie - - - - - 1,29 — 1

bei gesättigter wässriger Meersalzlösung 1,38 — 1

beim reinen Wasser wie - - - - - 90 — 1.

Neuerlichst behauptet DALTON das jenes Maximum der Condensation des Wassers bei  $32^{\circ}$  F. eintrete; GILBERTS Ann. XX. 392. XXI. 458. Vergl. auch DE LUC üb. d. Atmosphäre. I. §. 419. d. e. Gr. v. RUMFORDS Bemerk. in GILBERTS Annal. I. 346. XX. 369. G. G. HALLSTROEM resp. PALANDER diss. de methodis inveniendi dilatationes liquidorum a calorico. Aboae 1801. u. GILBERTS Ann. XIV. 297.

### §. 167.

In der Regel werden die Körper durch Temperaturverminderung verdichtet, und häufig ändern sie dabei ihren Zustand, indem sie von dem dampfförmigen in den tropfbaren, und von dem tropfbaren in den festen, oder auch unmittelbar aus dem dampfförmigen in den festen Zustand übergehen. Vergl. Cap. VII. u. ob. S. 868. Indefs ist die Zahl derjenigen Körper, welche, indem sie aus dem liquiden in den festen Zu-

stand übergeben, sich ausdehnen nicht unbedeutend; und es scheinen hieher alle Körper zu gehören, welche wie das Wasser bei der Erstarrung eine prismatische Krystallgestalt und ein geringeres specifisches Gewicht annehmen; dagegen diejenigen, welche beim Erstarren keine regelmässige Anordnung der Aggregativtheile zeigen, sondern mehr oder weniger continuirlich zusammenhängende Massen bilden, und deren Festwerden daher allmählig eintritt, sich zusammenziehen.

1) Zu denen bei der Erstarrung sich ausdehnenden Körpern gehören unter andern das Wasser (Zersprengung gläserner Flaschen, steinerner Cisternen, eiserner Bomben etc. durch gefrierendes Wasser, WILLIAMS Vers. üb. d. ausdehnende Kraft des gefrierenden Wassers; aus den Transact. of the royal soc of Edinburgh II. p. 23 übers. in GRENS Journ. d. Phys. VII. 280.), das Gufseisen, Zink, Spießglas, Wismuth, der Schwefel etc., welche sich daher sämmtlich sehr gut in Formen ausgiessen. Nach THOMSON ist die Ausdehnung des erstarrenden Wassers, weit grösser als die, welche es erleidet wenn es von  $0^{\circ}$  R. bis zu  $80^{\circ}$  R. erhitzt wird, weil das spec. Gewicht des Eises nach T. c,02 ist. Zu denen bei der Erstarrung sich allmählig verdichtenden Körpern gehören unter vielen andern: Oele, Honig, Wachs, Glas und einige Metalle, z. B. das Merkur und Blei.

2) Entstehendes und schmelzendes Eis, hat die die Temperatur von  $0^{\circ}$  R. oder  $32^{\circ}$  F., welche daher der Gefrierpunct genannt wird; bereits entstande-

nes Eis kann übrigens noch weit tiefer erkaltet werden. *Memoire sur la glace* par Mr. DE MAIRAN. Paris 1749. übers. Leipzig 1752. 8. Entbindung der Kohlensäure beim Gefrieren des Brunenwassers; des Stickgases in Verbindung mit etwas brennbarem Gase, nach PRIESTLEY's und eigenen Beob. (vergl. meine Beitr. a. a. O.) Eisschichten über Flüsse und Seen, welche grosse Lasten tragen. Lockere und allmählig derber werdende Eismassen. Eispallast und Eiskanonen zu Petersburg. Verdunstung des Eises durch Anziehung überliegender Luft; GAUTERON (*Mem. de l'acad. de Paris.* 1709. 415.) beob., daß eine Unze Eis binnen 24 Stunden 100 Gran, und MAIRAN (in seiner angef. Schr. S. 240), daß ein Stück Eis in derselben Zeit  $\frac{1}{5}$  seines Gewichts verlor. — *Mem. sur l'elevation et la suspension de l'eau dans l'air* par Mr. LE ROI, in den *Mem. de l'acad. de Paris.* 1751. 481. DE SAUSSURE's *Hygrometrie.* §. 181. ff. 234. ff. DE LUC *Metereolog.* §. 1. ff. u. GRENS *Journ. d. Phys.* VI. 121. VIII. 141. 293. M. HÜBE üb. die Ausdünstung und ihre Wirk. in der Atmosphäre. Leipz. 1790. 8. DELAMETHERIE üb. die Wärme, das Schmelzen und die Verdunstung; in GRENS *Journ* II. 402.

3) Auf Erstarrung der Dämpfe und Dünste gründet sich die Operation des Destillirens und Sublimirens; auf die Erstarrung des Liquiden die des Krystallisirens in der Chemie; vergl. Cap. VII. WILKENS u. C. BERRETRAYS Luftpumpen durch Wasserdünste; in den schwed. Abh. 1769. B. XXI. S. 31. ff. u. GRENS *Journ. d. Phys.* VI. 86. ff. Die Dampfmaschine: GRENS *Journ. d. Phys.* I 2. 144. u. ARTHUR WOOLF in GILBERTS *Ann.* XXI. 456.

4) Scheinbare Volumverminderung durch das Schwinden (z. B. des Thons vergl. S. 854), Zusammensintern.

§. 168.

Rücksichtlich der Zustandsänderung durch Erhitzung unterscheidet man: A) unschmelzbare (Corpora refractoria: reine Erden, Demant, Kohle, und B) schmelzbare, (C fusilia: a) leichtflüssige; Blei, Zinn, Wismuth, b) strengflüssige; Kupfer, Gold, Platin, Eisen, Titan); C) feuerbeständige (C. fixa, welche nie oder nur bei hohen Temperaturen dampfförmig werden; Erden, Kali, Natron, Gold) und D) flüchtige (C. volatilia, welche schon bei geringer Wärme in Dampf übergehen; ätherische Oele, Kampfer, Aether, Alkohol, Ammoniak, Salzsäure, Flusssäure, wässeriges Osmiumoxyd, Arsenik und arsenigte Säure).

1) Verschiedene Stoffe befördern die Schmelzung anderer, indem sie mit ihnen gemischt, oder oftmals indem sie damit gemengt und dann erhitzt werden, und werden daher Flüsse (Fluores) genannt. Gewöhnlich schmilzt der Fluss zuerst, öfters aber (z. B. bei Kalk und Thon) schmelzen die gemengten Stoffe in einer Temperatur, in der sie jeder für sich nicht zum Flusse kommen. Wasser ist ein Fluss für Salze, Flussspath für Kalk und dadurch mittelbar für Erden; Kali für Kieselerde, Borax für alle Erden. Blei, Zinn, für Kupfer, Silber etc. Gyps für Porzellanmasse; Merkur für alle amalgamirten



Metalle; Alkohol für Eis im gewöhnlichen Branntwein. BAUME's schneller Fluß aus 5 Theilen trockenem Salpeter, 2 Theile trocknen Schwefelblumen und 2 Theile Sägespäne oder  $\frac{1}{10}$  Harz, um eine kleine Silbermünze in einer Nufsschale zu schmelzen. Umgekehrt wird durch strengflüssigere Stoffe die Leichtflüssigkeit anderer vermindert; z. B. Krystalleis durch Salze; Blei durch beigemischtes Kupfer. Enthält ein Gemisch Stoffe von verschiedener Schmelzbarkeit, und wird es einer Wärme ausgesetzt, die hinreicht den leichtflüssigeren (falls er allein wäre) zu schmelzen, so schmilzt entweder der leichtflüssigere Stoff heraus, während der strengflüssigere fest bleibt (Saigerung des Bleies und Silbers aus dem Schwarzkupfer); oder das Ganze schmilzt, indem der eine Stoff dem anderen zum Flusse dient (Schmelzung verschiedener Salze im eigenen Krystallwasser); oder endlich es bleibt das Ganze fest, indem der eine dem andern am Schmelzen hindert (das Krystalleis mehrerer Fossilien und Salze, welche eine geringe Menge davon enthalten, während sie über die Siedhitze des Wassers erwärmt werden). Erhöhung und Druck: z. B. des gepulverten kohlen sauren Kalks zu einer marmorartigen Masse; JAMES HALL in GEHLENS N. Allg. Journ. d. Chem. V. 287. Erhöhte Schmelzbarkeit durch chemische Mischung: das Schnellloth der Klempner ist leichtflüssiger als Zinn und Blei; ROSE's Metallgemisch aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Blei und 1 Theil Zinn, wird schon im siedendem Wasser flüssig (wird aber durch öfteres Schmelzen strengflüssiger, wahrscheinlich indem es sich oxydirt), vergl. V. ROSE's d. ält. Abhdl. im Stralsund. Magaz. II. 24. — Einige feste und strengflüssige Stoffe, na-

mentlich Platin und Stabeisen, werden vor dem Schmelzen weich, und können dann durch heftigen Druck und Hammerschlag zu einer Masse vereinigt werden, welches man das Schweissen nennt.

2) Die Schmelzbarkeit steht weder durchaus mit der Härte, noch mit der Flüchtigkeit noch mit der Cohärenz, noch mit der Dichtigkeit der Stoffe im Verhältniß. Jedoch läßt sich im Allgemeinen behaupten, daß die cohärenten Stoffe die strengflüssigen sind. Wohl aber steht die Temperaturerhöhung fester Körper durchgängig im umgekehrten Verhältnisse ihrer Schmelzbarkeit. Der höchste Temperaturgrad, welcher an festen Körpern ohne eintretende Schmelzung beobachtet wurde, ist der eines Thonwürfels, welchen WEDGEWOOD bis auf  $160^{\circ}$  W. ( $= 21851^{\circ}$  F.) erhitzte; vergl. 856.

3) Schmelzgrade und anderweitig merkwürdige Hitzgrade fester Körper; vergl. NEUMANN a. a. O. 374. ff.

	Fahrh.	Reaum.	Centes.	Wdgw.
Eis	32°	0°	0°	
Baumöl	36	1,17	2,22	
Kalimetallloid	77	20	25	
Talg	92	26,66	35,33	
Phosphor	100	30,32	37,77	
Fettwachs	135	44,88	56,11	
Wachs, rohes	142	48,88	61,11	
— — gebleichtes	155	54,66	68,63	
Schwefel	234	89,77	112,22	
Zinn	392	100	200	
Wismuth	493	205	250,25	
Blei	594	250	312,50	
Tellur	594	250	312,50	
Zink	723	296	370	
Spießglas	770	345	431,25	
Emaille Farben	1780	778	972	6
Mössing	3737	1047	2058	21

	Fahrh.	Reaum.	Centes	Wgdw.
Silber	3997	1702	2203	23
Kupfer	4519	1994	2492	27
Seitzhitze des Glasofens (verminderte Hitze nach völliger Schmelzung, wo- bei aber doch die Masse im Fluß bleibt)	4779	2110	2637	29
Feines Gold	5170	2284	2855	32
Auswirkende Hitze d. Glas- ofens (etwas verstärkte Hitze, um das Glas nach- her zu verarbeiten)	8328	3733	4665	57
Flintglas	10123	4485	5606	70
Milchfarbenes Steingut, (Queens ware)	12207	5411	6764	86
Schweißhitze des Eisens	12729	5643	7054	90
oder	13383	5933	7415	95
Steingut, oder Pot de Gre's	14299	6338	7923	102
Derby Porzellän	15596	6917	8646	112
Flintglasofen in stärkster Hitze	15856	7033	8791	114
Thon und Kalk zu gleichen Theilen	17029	7554	9443	123
Spiegelglas in stärkster Hitze	17161	7612	9516	124
Eisenschmied in größter Hitze	17299	7670	9588	125
Gulßeisen, so wie auch Kobalt	17941	7960	9950	130
Nickel, so wie auch Hes- sische Schmelztiegel	20548	9118	11308	150
Geschmiedetes Eisen	21591	9581	11977	158
Größte Hitze in einem Windofen von 8 Qua- dratzollen, so wie auch Porzellänofenhitze	21851	9697†	12122†	160†
Mangan, so wie auch Pla- tina nach GUYTON	—	—	—	—
Platina nach WEDGEWOOD	23154	10276	12849	170
Zusammensintern d. chi- nes. Porzellän, vergl. ob.	32276,8	14331	17914	210

## §. 168.

Bisherigen Erfahrungen gemäfs, dehnen sich feste Körper bei gleicher Temperaturerhöhung so gleichförmig aus, dafs Abweichungen von der vollkommenen Gleichförmigkeit nicht merklich werden; die Ausdehnung selbst ist indess in der Regel so geringe, dafs man sich eines Mikrometers bedienen mufs, um die (wie es scheint, durchaus von der eigenthümlichen Beschaffenheit der Stoffe abhängige) Volumsvergrößerung derselben zu messen.

1) Um diese Ausdehnung merkbarer zu machen, bedient man sich einer von JOHN ELLICOTT (desc. and manner of using an instrument for measuring the degrees of the expansion of metals by heat — in den Phil. Transact. N. 443. p. 297) angegebenen Vorrichtung. Aehnliche Vers. haben BOUGUER (Mém. de l'acad. roy. des sc. 1745. S. 230), SMEATON (Phil. Transact. Vol. XLVIII. P. II. 1754. N. 79.), HERBERT (de igne. Vienn. 1773. 8.) u. a. angestellt. LAMBERTS Pyrometrie, 119.

2) Das Volum der Körper, beim Eispunkte = 100000 gesetzt, wurde durch Erwärmung von 32° F. bis 212° F. vergrößert um

bei Glas	- - - - -	1,00085	SMEATON
— Gold	- - - - -	1,00094	BOUGUER
— Platina	- - - - -	1,00104	BORDA
— Stahl	- - - - -	1,00122	SMEATON
— Eisen	- - - - -	1,00125	— —
— Spießglas	- - - - -	1,00130	— —
— Wismuth	- - - - -	1,00167	— —

bei Kupfer	- - - - -	1,00170	SMEATON
— Silber	- - - - -	1,00189	HERBERT
— Mössingi	- - - - -	1,00193	SMEATON
— Zinn	- - - - -	1,00248	— —
— Blei	- - - - -	1,00286	— —
— Zink	- - - - -	1,00335	— —
— — gehämmertes	- - - - -	1,00373	— —

(Anwendung auf die rostförmigen Pendel, vergl. S. 197 dies. Grundr.)

Stabeisen bis zur Siedhitze	- - - - -	1,01,500
Gufseisen	- - - - -	1,02,571
Stahl	- - - - -	1,03,128.

3) Bei den Untersuchungen über die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, ist die Kenntnifs der Ausdehnung des (bei Bestimmungen der Art häufig mit in den Versuch gerathenden) Glases durch die Wärme wichtig; DE LUC hat daher diesen Gegenstand einer sehr genauen Untersuchung unterworfen, der zufolge das Volum des Glases (bei 32° F. = 100000 gesetzt) vermehrt wird, wie nachstehende Tabelle ausweist.

50° F.	—	1,00006
70	—	1,00014
100	—	1,00023
120	—	1,00033
150	—	1,00044
167	—	1,00056
190	—	1,00069
212	—	1,00083.

Ueber die raumverändernden Wirkungen der Kälte, vergl. 868. ff. u. §. 161.

*D) Von den Wirkungen der Wärme und der Kälte auf die Mischung und auf die organischen Verhältnisse der Körper.*

## §. 169.

Sowohl durch Erhöhung als auch durch Erniedrigung der Temperatur, werden bestehende Körperganze sehr häufig wesentlich verändert; bei blossen Mischungen (durch Stoffvereinigung erzeugte unorganische Körperganze) reduciren sich diese Veränderungen auf totale oder partielle Zerlegungen, die oftmals von neuen Einungen begleitet sind; bei organisch-lebenden Körpern hingegen, treffen sie ausserdem noch das bestimmte Moment der organischen Einheit oder Beseelung (679), theils indem sie es blofs modificiren, oder indem sie es vollkommen vernichten, und so den Tod der Organismen nach sich ziehen.

1) Separationen flüssiger Mischungen und Lösungen durch Erkalten, indem sich einzelne Mischungen oder Bestandtheile heraus krystallisiren. Verflüchtigung einzelner Bestandtheile, vergl. oben u. Cap. VII. Separation des Sauerstoffs aus Metalloxyden, hyperoxydsalzsäuren und salpetersäuren Salzen etc. durch Erhitzung. Destillation der Schwefelkiese; Röstung etc. vergl. a. a. O. Reduction der Metalloxyde mittelst Kohlenzuschlag, wobei Kohlensäure erzeugt wird. Entstehung der meisten Gase. — Durch Erhitzung entweichen zuerst aus einem Gemische diejenigen Stoffe, welche die geringste chemische Anziehung und (für

sich erhitzt) die grösste Flüchtigkeit besitzen. Erhitzung der Krystalleis enthaltenden Salze. Reduction des Hornsilbers durch blosse Erhitzung (nach Art der Reduction und Oxydation dieses Präparats durch Einwirkung des gefärbten Lichtes; vergl. 853) nach SCOPOLI, VASALLI (v. CRELLS chem. Ann. 1795. II. 88 92. 150. etc.) und SCHEELÉ (dessensämmtl. Schr. I. 144.). Oxydation des Wassers durch Umwandlung desselben in Eis, und Hydrogenation desselben durch Verdampfung; KASTNERS Beitr. II. 118. u. RITTERS Einwürfe die entgegengesetzte Meinung in Schutz nehmend, ebendas.

2) Verkohlung der Pflanzen- und Thierkörper durch trockne Destillation. — Erwachen des individuellen organischen Lebens beim Entkeimen der Saamen und Brüten der Eier. — Die Temperatur lebender Organismen ist stets höher als die (zwischen 0 bis 68° F. schwebende) der umgebenden Atmosphäre; die des Menschen zwischen 90 bis 100° F. schwankend. — Mehrere Kryptogamen leben stets in einer Temperatur unter 32° F. (der rothe Schnee auf den Gipfeln der Alpen), andere in heissen Quellen. Verschiedene Versuche über das Maximum von Hitze und Kälte, welche der Mensch und andere Organismen auszuhalten vermögen. Wanderungen der Pflanzen und Thiere in sehr von einander abweichenden Himmelsstrichen. Fähigkeit des Menschen verhältnissmässig den stärksten Klimawechsel ohne grossen Nachtheil ertragen zu können etc. Vergl. Cap. VIII. u. oben S. 858 u. s. w. Erfrieren der Organismen, und Schutz der Cadaver gegen die Verwesung, sowohl durch ausdörrende Hitze (natürliche Mumien in den Sandwüsten Arabiens) als auch durch Eisumgebung. (Vorkommen des Mam-

mouth, einzelner Theile von angeblichen Riesenvögeln in Neusiberien etc.)

3) Das bestimmte Maafs von Wärme, welches jedes Körperganze (und namentlich jeder Organismus) besitzt (und fortwährend erzeugt), ist von seinen Bestandeskräften abhängig, und anzusehen als der allgemeinste Ausdruck des individuellen Daseyns (der organischen Einheit) selbst. — Ueber die Erhöhung der Temperatur des Menschen durch thierischen Magnetismus.

*E) Von den Thermometeoren.*

§. 170.

Bei den meisten Lufterscheinungen hat die Wärme wesentlichen Antheil, bei vielen spielt sie eine Hauptrolle, und diese letzteren nennt man ausschliessentlich Thermometeore. Ausser mehreren bereits in Cap. V. u. X. erwähnten, gehören hierher: die Ausdünstungen der Erdoberfläche und die Niederschlagungen des expansiblen (mehr oder minder mit fremdartigen Theilen geschwängerten) Wassers; die Strömungen der Luft und die Winde; und die klimatischen Veränderungen der Erdoberfläche. Versuch einer Erklärung der einzelnen hierher gehörenden Phänomene mündlich. — Vergl. LAMPADIUS Atmosphärologie. §. 58—77. u. J. T. MAYERS Lehrb. üb. die phys. Astronomie, Theorie der Erde u. Meteorologie. Göttingen 1805. 8., so wie auch oben S. 858. ff.