VI.

FORTGESETZTE NACHRICHT von den neuesten Versuchen des Grafen von Rumford über die strahlende Wärme, welche er dem franz. Nationalinstitute mitgetheilt hat,

vom

Dr. FRIEDLÄNDER. *)

Paris im Mai 1804.

Wie man aus den vorher gehenden Versuchen, [Seite 37 und 39 f.,] gesehen hat, erwärmen und erkälten sich die Metalle in freier Zimmerluft schneller, wenn sie rauh und geschwärzt sind, als wenn ihre Oberfläche polirt ist. Graf Rumford wünschte zu wissen, ob dieses auch dann Statt fin-

*) Oeffentlichen Nachrichten zu Folge hat der Herr Graf von Rumford diese seine Untersuchungen über strahlende Wärme und Wärmeverbreitung für ein eignes Werk bestimmt, woran in Genf gedruckt wird. Schon aus diesem Grunde würde ich sie in den Annalen nicht in ihrem ganzen Umfange aufnehmen können. Sollte man daher auch diese Notizen, die mir Hr. Dr. Friedländer von ihnen mitzutheilen die Güte hat, nicht in dem Sinne vollständig finden, wie die übrigen Auszüge in den Anna-

de, wenn man sie in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt, wo sie nur mit einer gewissen Quantität Luft umgeben sind, oder wenn man sie darin mit warmen oder kaltem Wasser umgiefst.

In dieser Absicht wurde ein cylindrisches polirtes Gefäß aus dünnem Messingbleche, welches 3 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe hatte, in der Mitte eines größern schwebend befestigt. In der Achse des Pfropfes, welcher dieses letztere verschloß, war ein $\frac{3}{4}$ Zoll großes Loch durchgebohrt; in dieses paßte der Hals des innern Gefäßes, das von dem Pfropfe so gehalten wurde, daß sich überall ein Zoll Zwischenraum zwischen beiden Gefäßen befand. Das äußere Gefäß ruhte auf einer kleinen $\frac{3}{4}$ Zoll weiten und $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Röhre, die an einem schweren Fusse befestigt war, damit es in ein Gefäß mit Wasser gestellt werden konnte. Daß der Boden des größern Gefäßes erst nach Einbringung des kleinen Gefäßes eingelöthet wurde, versteht sich. Das Instrument glich, wie man sieht, vermöge dieser Einrichtung im Ganzen demjenigen, dessen sich Graf Rumford zu seinen Versuchen über die Verbreitung der Wärme in Flüssigkeiten bedient, und in seinem sieben-ten *Essay* unter dem Namen: *Thermometre de passage*, beschrieben hat. [*Ann.*, V, Taf. VI.]

len, so scheinen sie mir in diesem Falle doch zweckmäfsig zu seyn. Auch kommt dazu, daß sie das Interesse der größten Neuheit für sich haben.

d. H.

Das innere Gefäß wurde nun mit kochendem Wasser gefüllt, und ein Thermometer mit einem 4 Zoll langen cylindrischen Gefäße in dasselbe hinein gestellt. Das äußere Gefäß füllte man mit zerstoßenem Eise. Das innere Messinggefäß war in diesem Instrumente polirt; in einem zweiten ganz ähnlichen Instrumente war es, zum Behufe vergleichender Versuche, geschwärzt. Beide Instrumente wurden, neben einander in eine Wanne gestellt, die mit zerstoßenem Eise angefüllt war, und stets in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wurde; und so beobachtete man mehrere Stunden lang den Gang ihrer Erkaltung. Da das specifische Gewicht des Wassers bei der Temperatur von 3 bis 4° R. größer ist, als das des schmelzenden Eises, so konnte vielleicht das Wasser am Boden der Wanne etwas wärmer seyn; zur größern Vorsicht setzte man daher den Boden des Instruments auf ein Gestell von Blech, das mit Eis bedeckt war; und da dieses Gestell auf 3 Zoll langen Füßen stand, so liefs sich auch unter demselben Eis auf dem Boden der Wanne anbringen, so daß der ganze Apparat ringsum in Eis stand.

Gleich im Anfange fielen die Thermometer zu schnell, als daß man sie hätte verfolgen können. Man wartete daher bis zu dem Augenblicke, in welchem sie auf 55° standen, und beobachtete nun die Zeit, die auf das Fallen der Thermometer von 5 zu 5 Graden bis zu + 5° R. hinab, hinging. Der Versuch dauerte 8 Stunden und gab folgendes Resultat:

	Es bedurfte um zu fallen	das Thermometer:			
		A im po- lirten Ge- fäße		B im ge- schwärz- ten Gef.	
		Min.	Sec.	Min.	Sec.
von 55° auf 50° R.		11	6	7	5
— 50 — 45		13	15	8	10
— 45 — 40		15	12	9	5
— 40 — 35		19	10	10	50
— 35 — 30		22	24	12	18
— 30 — 25		27	50	15	10
— 25 — 20		37	6	21	15
— 20 — 15		54	15	28	15
— 15 — 10		80	25	41	25
— 10 — 5		183	45	85	15
Ueberh. — 55 — 5		478	4[?]	254	5[?]

Also erkaltete der geschwärzte Körper, auch von einer Flüssigkeit, wie Wasser, umgeben, schneller als der polirte. Aber der Gang der Geschwindigkeit des Erkaltens beider ist verschieden; und zwar ist der Unterschied in der Schnelligkeit des Erkaltens beider desto geringer, je nachdem die Temperatur des Mediums, in welchem die Instrumente zum Erkalten stehen, weniger von der Temperatur der Instrumente selbst verschieden ist. Denn um von 55° auf 50° zu fallen, brauchte der polirte Körper 11' 6'', der geschwärzte 7' 5''; um aber von 10° zu 5° R. zu fallen, bedurfte der polirte 183' 45'', der geschwärzte 85' 15''. [Jene Zeiten verhalten sich wie 10000 : 6389, diese wie 10000 : 4640.] Es ist indeß wahrscheinlich, daß die Verschiedenheit im Verhältnisse der Erkaltungszeit in verschiedenen Temperaturen nur

scheinbar ist, und von der längern oder kürzern Zeit abhängt, die erfordert wird, um die Thermometer in den Gefäßen die mittlere Temperatur der sie umgebenden Wassermassen annehmen zu machen.

Die Resultate der Versuche, die im vorigen Jahre vom Grafen Rumford mit polirten und unpolirten Gefäßen in freier *Zimmerluft* angestellt wurden, lehrten, daß die polirten Gefäße 39' 30'' nöthig hatten, um von 50° zu 40° F., [von 8° auf 3½° R.,] zu fallen, indeß die unpolirten hierzu nur 22' bedurften. Die Zeiten sind also wie 10000 : 5810. In ganz freier Luft war dieses Verhältniß wie 10000 : 5654.

Aus den Vorstellungen vom Wärmestrahlen der Körper folgert Graf Rumford, daß, wenn die Temperaturveränderungen von der strahlenden Wärme herrühren, und die Intensität der Strahlung eines Körpers im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung stehe, ein warmer Körper, der zum Erkalten in einer von allen Seiten mit Mauern umgebenen Luft sich befindet, wie groß auch das Zimmer sey, doch immer in gleicher Zeit erkalten müsse, wofern nur die Oberfläche in der gegebenen Temperatur constant dieselbe sey. Dieses scheinen die jetzigen Versuche wie die des vorigen Jahres zu bestätigen.

Die Einwirkung der Luft beim Erkalten im eingesperrten Raume scheint übrigens weit gerin-

ger zu seyn, als man gewöhnlich glaubt. Denn directe Versuche haben gezeigt, daß die Körper im leeren Raume sich ebenfalls ziemlich schnell erkälten und erwärmen. Wenn ein warmer Körper in ruhiger Luft erkaltet, die nicht bewegt wird, so möchte, wie der Hr. Graf meint, nur $\frac{1}{37}$ von dem, was der Körper verliert, der Luft zukommen; das übrige erhalten die entferntern festen soliden Körper durch Ausstrahlen.

In einem *vierten Memoire*, welches Graf Rumford Anfangs Mai dem Nationalinstitute mitgetheilt hat, beschreibt er folgende Versuche:

Zwei fast cylindrische Gefäße von gleicher Gestalt und Dimension, 3'' 10''' weit, 5'' hoch; und jedes mit einem engen, 1'' 2''' hohen Halse versehen, von welchen das eine von starkem Glase, das andere von sehr dünnem Bleche verfertigt war, wurden sorgfältig gewogen, und ihre Oberfläche wurde ausgemessen. Das Gefäß von Glas wog 13 Unzen 1 Drachme und 18 Gran, das blecherne nur 5 Unzen 1 Drachme und 55 Gr.; die äußere Oberfläche des letztern Gefäßes betrug 54,462 Quadratzoll, welches für die Dicke der Wände 0,2142 Linien macht, wenn nämlich die specifische Schwere des Blechs auf 7,8404 gesetzt wird. Die Glasfläche war 6 Mal so dick, wie das aus dem Gewichte, aus der specifischen Schwere und der Oberfläche leicht zu berechnen ist. Bei-

de Gefäße wurden mit kochendem Wasser gefüllt, und an Fäden ruhig in einem großen Zimmer 5 Fuß über dem Boden und 4 Fuß von einander entfernt aufgehängt. Die Temperatur des Zimmers war $9\frac{3}{4}^{\circ}\text{R.}$, und variirte um keinen $\frac{1}{4}$ Grad. — In der Achse jedes Gefäßes wurden gute Thermometer mit 4 Zoll langen und $2\frac{1}{2}$ Linien dicken Quecksilbergefaßen im Wasser aufgehängt, und die Erkaltung von 5 zu 5 Minuten, 8 Stunden lang aufgezeichnet. Da das Glas sehr dicke Wände hatte, und gewöhnlich für den schlechtesten Wärmeleiter gehalten wird, so hätte man glauben sollen, daß das Wasser in dem blechernen Gefäße eher erkalten müsse; allein es erfolgte das Gegentheil. Das Glas erkaltete 2 Mal schneller als das Metall. Denn in dem blechernen Gefäße brauchte das Wasser $50' 16''$, um 10° , (von 50° zu 40° F.) zu erkalten, indeß es im Glasgefäße dazu nur 30 Minuten brauchte. „Nimmt man die „Hypothese an, daß die warmen Körper nicht „durch Verlust oder Annahme einer fremden materiellen Wärmesubstanz, sondern durch die Einwirkung kälterer Körper, die sie umgeben, und „eine ätherische Flüssigkeit in wellenförmigen „Strahlen ausströmen, in ihrer Temperatur verändert werden; so wären, wie der Hr. Graf „meint, die Resultate erklärbar, statt daß er „ohne die Annahme dieser Hypothese sie nicht erklären zu können glaubt.“

Man könnte vielleicht vermuthen, daß die

an der Oberfläche der beiden Gefäße anhängende Luft, welche mit ungleicher Anziehung wirkt, die Ursache des Unterschiedes der Zeit der Erkältung sey; allein die erkältende Eigenschaft nahm, wie man sich aus der ersten Abhandlung erinnert, nachdem man das metallene Gefäß mit 1, 2, 4, ja mit 8 Lagen Firniß bedeckt hatte, stets zu.

Aus den in München angestellten und der Societät der Wissenschaften zu London überschickten Versuchen ergab sich übrigens, daß die Erkältung des Wassers in Gefäßen von verschiedenem Metalle gleich ist, wofern nur die Oberfläche derselben gleich glatt ist. Alles dieses bestimmt den Hrn. Grafen zu folgender Erklärung: „Die „Strahlen,“ sagt er, „welche die Oberfläche nicht „durchdringen, müssen zurück geworfen werden. „Die wärmenden und erkältenden Strahlen haben nämlich mit den Lichtstrahlen dieses gemein, „sie durchdringen das Glas, indem sie dagegen, „wie der Hr. Graf das schon voraus vermuthete, „von metallischen Flächen zurück prallen.“

Man hat den Zustand eines warmen Körpers mit einem Schwamme verglichen, der eine Quantität Wasser eingelogen hat. Der Verlust der Wärme durchs Ausstrahlen könnte demnach mit dem des Verdunstens verglichen werden. Wäre die Erde gleich warm und mit einem feuchten Ueberzuge bedeckt, so würde auf einer bergigen Meile, wie natürlich, mehr Ausdunstung erfolgen, als auf einer ebenen, weil mehr Oberfläche der Ver-

dunstung ausgesetzt ist. Eben so, könnte man glauben, müsse eine rauhe Oberfläche mehr Wärme fahren lassen, als eine glatte. Allein eine mehr oder weniger polirte Fläche scheint keinen merklichen Unterschied der Erkaltung darzubieten, wie folgender Versuch lehrt.

Zwei Gefäße von Kupfer, von welchen das eine ganz glatt, das andere mit Schmirgel etwas rau gemacht worden war, wurden mit heißem Wasser gefüllt, und erkalteten gleich schnell. Hatte man aber nicht die Voricht gebraucht, das rauhe Gefäß von aller Unreinigkeit völlig zu befreien, die sich in die Ritzen setzte, so war das Resultat gleich verschieden, und die Erkaltung schneller. Man muß daher die unpolirten Flächen von denen, die wenig oder gar kein Licht reflectiren, wohl unterscheiden; die Oberfläche eines Metalles ist polirt genug, wenn sie auch mit Ritzen bedeckt, und der Glanz nicht sichtbar ist, *wofern sie nur von keinem andern Körper bedeckt wird.*

Kehren wir noch ein Mal zur Vergleichung des Erkaltens der Körper mit dem Verdunsten des Wassers auf der Erde zurück, und nehmen wir an, daß dieses Verdunsten nicht von der innern Wärme, sondern von den umgebenden Körpern, wie z. B. von den Lichtstrahlen, herrühre, so wird die Ausdunstung von bergigen Gegenden und Ebenen gleich seyn. Eben so wird, wenn das Erkalten eines Körpers nicht von dem Ausströmen

einer materiellen Substanz, sondern von der Wirkung der Strahlen, die von den umgebenden Körpern herkommen, abhängt, — die mehr oder minder starke Politur der Oberfläche keinen merklichen Einfluß auf die Schnelligkeit des Erkaltes haben. Daß diesem wirklich so sey, haben dem Hrn. Grafen die jetzt von ihm mitgetheilten Versuche gelehrt, die er, wie er sagt, mit der Geduld verfolgt hat, welche die Liebe zu den Wissenschaften einflößt. Da sie sich, nach ihm, mit den gewöhnlichen Vorstellungsarten nicht vereinigen lassen, so glaubte er diese seine Arbeiten, Entdeckungen und Meinungen den beiden berühmtesten gelehrten Gesellschaften, der *Royal Society* und dem *Institut national*, vorlegen zu müssen, und er wünscht dabei, daß auch die Gelehrten anderer Nationen sich mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigen möchten.

Graf Rumford hatte bisher hauptsächlich nur Versuche über den Durchgang der Wärme durch Flüssigkeiten und pulverisirte Körper angestellt. Er wünschte nun auch, die *Gesetze der Fortpflanzung der Wärme durch feste Körper* auszumitteln. Vorzüglich beschäftigten ihn die *Metalle*. Er ließ sich zwei cylindrische Gefäße von Eisenblech verfertigen, die 6 Zoll weit und 6 Zoll hoch waren, und verband sie durch einen soliden, 6 Zoll langen und $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken cylin-

drischen Stab von Kupfer, der zwischen den beiden Gefäßen horizontal lag, und dessen Enden in zwei Löcher der Gefäße eingelöthet waren, die sich ungefähr in der Mitte ihrer Höhe befanden. Hier waren sie etwas abgeplattet, so daß der Stab innerhalb der Gefäße nirgends hervor ragte. Das Ganze stand auf 3 Füßen von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge, wovon einer am einen, und zwei am andern Gefäße befestigt waren. Eins der Gefäße wurde mit kochendem Wasser, das andere mit Eis gefüllt; jedes dieser beiden Mittel war folglich mit einem der Enden des Kupferstabes in Berührung. In dem kupfernen Cylinder waren in gleichen Abständen von einander und den Gefäßen 3 Löcher vertical gebohrt, welche die Kugeln dreier kleiner Thermometer aufnahmen. Jedes dieser Löcher war 4 Linien weit und $1\frac{1}{2}$ Linien tief, so daß die Thermometerkugeln, deren jede 3 Linien im Durchmesser hatte, sich genau in der Achse des Cylinders befanden. Die Löcher wurden, nachdem die Thermometer darin standen, voll Quecksilber gegossen, um dadurch die Mittheilung der Wärme zu erleichtern. Eine Weingeistlampe, die unter das Gefäß mit Wasser gestellt wurde, diente, das Wasser stets kochend zu erhalten, und indem man in das andere immer Eis hinzu that, wurde dieses bleibend in der Temperatur des Gefrierpunkts erhalten. Die Thermometer hatten übrigens Fahrenheitische Scaln.

Das Erste, was Graf Rumford zu wissen

wünschte, waren die Temperaturen, bei welchen die Thermometer still stehen würden; weshalb er sie nur die letzte halbe Stunde, da sie sich diesem Stillstande näherten, mit Genauigkeit beobachtete. Folgendes ist das Resultat des Versuchs, den er in dieser Absicht den 28ten April 1804, bei einer Temperatur des Zimmers von 78° Fahr., anstellte.

Zeit.			Temperatur des Thermo- meters <i>B</i> , dem kochenden Wasser am nachten.	Temperatur des Thermo- meters <i>C</i> , in der Mitte des Cylinders.	Temperatur des Thermo- meters <i>D</i> , dem Eise am nachten.
Ubr.	Min.	Sec.	Grad.	Grad.	Grad.
1	52	15	160	130	105
	53	30	160 $\frac{1}{2}$	131	105 $\frac{1}{2}$
	55		161	131 $\frac{1}{2}$	106
	56	30	161 $\frac{1}{4}$	132	105 $\frac{3}{4}$
	58		162	132 $\frac{1}{2}$	107
2	—	—	162	132 $\frac{1}{2}$	107 $\frac{1}{2}$
	1	30	162	133	107 $\frac{1}{2}$
	4		162	132 $\frac{3}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	6		162	132	105
	9		162	132 $\frac{1}{2}$	106 $\frac{1}{2}$
	11		162	132 $\frac{1}{2}$	106 $\frac{1}{2}$
	28		162	132 $\frac{1}{2}$	105 $\frac{1}{2}$

Gesetzt, die Theilchen, aus welchen der Kupferstab zusammen gesetzt ist, befänden sich in gewissen Entfernungen von einander, und strahlten die Wärme aus. Man denke sich drei solcher Theilchen *A*, *C*, *E* in gerader Linie. *A* habe beständig die Hitze des kochenden Wassers, *E* stets die des schmelzenden Eises, so muß, nach den oben mitgetheilten Versuchen, das Theilchen *C*, wel-

ches sich in der Mitte zwischen den beiden ausstrahlenden Theilchen *A* und *E* befindet, das arithmetische Mittel zwischen den Temperaturen der Körperchen *A* und *E* annehmen, das heißt, zwischen 212 und 32° , welches 122° Fahr. ist. Setzte man nun noch zwischen *A* und *C* ein Theilchen *B*, und zwischen *C* und *E* ein Theilchen *D*, so daß die gerade Linie *AE* aus fünf Theilchen in gleichen Entfernungen von einander, *A, B, C, D, E*, bestünde; so müßte wiederum *B* die mittlere Temperatur zwischen *A* und *C*, das heißt, von 167° Fahr., und *D* die mittlere Temperatur zwischen *C* und *E*, das heißt, von 77° Fahr., annehmen; und wirkte nun zugleich die Wärme in *A* mit gleicher Kraft, wie die Kälte in *E*, so müßte die Temperatur der verschiedenen Theile des Cylinders in arithmetischer Progression abnehmen. Das würde indess voraus setzen, daß die Oberflächen dieser Theilchen, oder der in einem Cylinder vereinigten Bündel von Theilchen ganz isolirt und völlig von dem Einflusse der umgebenden Körper geschützt wären. Dieses ist aber völlig unmöglich; schon die umgebende Luft wirkt auf unsre Instrumente. Indessen läßt sich die Temperatur der umgebenden Körper mit in Anschlag bringen.

Man setze, daß die umgebende Luft eine Temperatur von 32° Fahr. habe. Dann muß natürlich der wärmste Theil des Stabes die meiste Wärme verlieren, und die Erkaltung desselben wird vom wärmsten Ende *A*, welches mit dem ko-

chenden Wasser in Verbindung ist, nach *E*, welches das schmelzende Eis berührt, stets abnehmen. Nun ist bekannt, daß die Schnelligkeit, mit welcher ein Körper in einem kältern Medium erkaltet, stets der Differenz zwischen seiner Temperatur und der des Mediums proportional ist. Folglich wird der Kupferstab zwar vom Siedepunkte *A* nach dem Gefrierpunkte *E* in arithmetischer Progression an Wärme abnehmen, diese Abnahme aber durch die Einwirkung der äußern Luft beschleunigt werden; gegen den Gefrierpunkt hin jedoch immer weniger, da hier die Temperatur der Theilchen immer weniger von der der umgebenden Luft verschieden ist. Hieraus kann man den Schluß ziehen, daß, wenn man eine gewisse Anzahl Punkte in gleicher Entfernung von einander in der Achse des Kupferstabes nimmt, die Temperaturen dieser Punkte in geometrischen Verhältnissen fortschreiten müssen. Sind so z. B. *AB, BC, CD, DE*, (Taf. II, Fig. 4,) gleiche Theile einer geraden Linie, und errichtet man auf dieser Linie in den Punkten *A, B, C, D, E* Perpendikel, und trägt auf diese die Stücke *AF, BG, CH, DI, EK* so auf, daß *AF* der Temperatur des Cylinders in *A*, *BG* in *B*, und so weiter proportional ist; so werden die Ordinaten *AF, BG*, u. s. w., in geometrischem Verhältnisse seyn, wenn die dazu gehörigen Abscissen in arithmetischem Verhältnisse stehn. Die krumme Linie *PQ*, welche durch die Enden aller Ordinaten geht, muß daher offenbar die *logarithmische Curve* seyn.

Um nun das Resultat des vorigen Versuchs zur leichtern Uebersicht auf ähnliche Art in einer Curve darzustellen, möge AE , (Fig. 5,) die Achse des kupfernen Stabes, und B, C, D mögen die Stellen der Thermometer in ihm bedeuten, da dann AB, BC, CD, DE gleiche Theile sind. Der Ordinate Af , welche die Temperatur des kochenden Wassers vorstellt, gebe man 212 Theile, so hat, nach dem Versuche, Bg 162, Ch 132 $\frac{3}{4}$, Di 106 $\frac{1}{2}$, und Ek 32 solcher Theile, da der Punkt E die Temperatur des schmelzenden Eises annimmt. Zieht man nun durch die Punkte f, g, h, i, k die Curve PQ , so ist diese es, welche die Temperaturen des Kupferstabes darstellt, wie sie sich in dem Versuche gefunden haben. Sie weicht an beiden Enden sehr von der logarithmischen ab, welche in der Voraussetzung, daß die Temperatur der umgebenden Luft der des schmelzenden Eises gleich sey, Statt haben würde, zumahl nach unten hin, wo sie sich der Achse des Cylinders stark nähert. Will man sehen, wie viel sie abweicht, so darf man nur eine logarithmische Linie RS so ziehen, daß sie durch g und i geht. Die Ordinaten derselben sind:

in den Punkten	$A,$	$B,$	$C,$	$D,$	E
statt	212,	162,	132 $\frac{3}{4}$,	106 $\frac{1}{2}$,	32
vielmehr	199,55,	162,	131,	106 $\frac{1}{2}$,	86,35
Differenz	— 12,45,	0,	— 1 $\frac{3}{4}$,	0,	+ 54,35
Der große Unterschied, der sich hier zwischen der Temperatur des eiskalten Wassers und					

der des Endes des Cylinders findet, welches mit dem Eise in Berührung ist, führte auf die Vermuthung, daß dieser Unterschied von der Eigenschaft herrühre, welche das Wasser mit allen Flüssigkeiten gemein hat, ein so schlechter Wärmeleiter, oder vielmehr ein völliger Nichtleiter der Wärme zu seyn.

Findet, wie der Herr Graf schon früher bewiesen zu haben glaubt, zwischen den benachbarten Theilchen einer Flüssigkeit keine merkliche Mittheilung der Wärme Statt, und ist die Erwärmung oder Erkältung einer Flüssigkeit nur Folge der Bewegung, in welche die Theilchen der Flüssigkeit gerathen, indem ihre specifische Schwere durch die Wärme verändert wird; *) — so ließe sich voraus sehen, daß das kalte Wasser, dessen specifische Schwere in der Nähe des Gefrierpunkts nur sehr wenig geändert wird, einen nur wenig warmen festen Körper, der in dasselbe getaucht ist, auch nur sehr langsam erkälten würde. Um dieses deutlich

*) Sehr triftige Gründe gegen diese Meinung, durch genaue Versuche englischer Physiker bewährt, habe ich in den *Ann.*, XIV, 129 — 198, zusammen gestellt, und andere von nicht minderer Wichtigkeit wird das nächste Stück der *Annalen* liefern. Ich habe nicht gefunden, daß Graf von Rumford oder ein anderer Physiker bis jetzt auf die erkern geantwortet hätte.

lich zu machen, wurde folgender Versuch angestellt:

Die drei Thermometer im vorigen Versuche waren zum Stillstande gekommen, *B* bei 162° , *C* bei $132\frac{3}{4}^{\circ}$, *D* bei $106\frac{1}{2}^{\circ}$. Man fing nun an, mit einem Stückchen Holz die Eismischung schnell zu rühren, und fuhr damit ununterbrochen mit gleicher Geschwindigkeit 22 Minuten lang fort. Sogleich fingen die Thermometer an zu fallen, und zwar fortdauernd, bis

B von 162° auf 152° ,

C von $132\frac{3}{4}$ auf $111\frac{3}{4}$,

D von $106\frac{1}{2}$ auf $78\frac{1}{2}^{\circ}$ gefallen war.

Es war also *B* 10° , *C* 21° , und *D* 28° Fahr. gesunken. So bald man mit Rühren aufhörte, stiegen die Thermometer wieder, und nach einer Viertelstunde waren sie da, wo sie gestanden hatten. Figur 6 stellt die Resultate der beiden Versuche in Curven dar, *RS*, die, wo das kalte Wasser in Ruhe, *VW* die, wo es in Bewegung war.

Man sieht daraus, 1. daß der Gang der Erhaltung oder der Abnahme der Temperatur allenthalben im Kupferstabe schneller war, wenn das kalte Wasser im Gefäße bewegt wurde, als wenn es in Ruhe stand; 2. daß das Ende des Kupferstabes im ersten Falle ungefähr um 30° kälter als im zweiten wurde; und 3. daß der Gang der Erhaltung in den letzten Versuchen allenthalben ungefähr dem gleich ist, was die Theorie aufgestellt hat. Da der Gang der Abnahme der Tempera-

tur gegen die Mitte des Cylinders so regelmässig ist, so rühren die Unregelmäßigkeiten an den beiden Enden wohl bloß von der Schwierigkeit her, womit eine Wassermasse ihre Temperatur den festen Körpern, mit welchen sie in Berührung ist, mittheilt. Das kochende Wasser, welches an sich selbst in steter Bewegung ist, hat vor dem kalten, das in Ruhe ist, eben dadurch den Vortheil voraus, die Wärme schneller mittheilen zu können. Bewegt man es indeß mit einer Feder, zu mal! am Boden des Gefäßes, so steigt auch an dem nach demselben hin gekehrten Ende des Stabes das Thermometer um mehrere Grade höher.

Da die Resultate der Versuche nicht freis eine völlig mit der Theorie überein stimmende Abnahme anzeigen, so könnte man vielleicht glauben, daß die Theorie selbst nicht richtig sey. Bei einiger Ueberlegung findet man indeß leicht, daß eine völlige Uebereinstimmung zwischen beiden nur dann Statt finden könnte, wenn unsre Thermometer vollkommen wären. Man weiß aber, daß die Thermometerscalen alle fehlerhaft sind. Der Herr Graf nimmt sich vor, seine Aufmerksamkeit besonders auf die Vervollkommenung der Thermometerscalen zu richten, um dieses Instrument für die delicatern physischen Untersuchungen brauchbarer zu machen.