Bei einigem Nachdenken wird man finden, daß alle störenden Einflüsse von der Art sind, daß sie, bei Anwendung des Glas-Schirms jene Ungleichheit *vermindern*, wogegen wir immer gefunden haben, daß sie dieselbe vergrößern.

Es mag hier die Bemerkung stehen, daß mir die Unfähigkeit, durch starre Körper hindurchzustrahlen, immer als ein Hauptkennzeichen der bloßen strahlenden Wärme erschienen ist. Von dieser Thatsache machen indess, wie die Versuche des Hrn. Ritchie *) gezeigt haben, durchsichtige Schirme von großer Dünne eine merkwürdige Ausnahme.

VII. *Ueber die von Hrn. Dr. Erman jun. gemachten Bemerkungen hinsichtlich der Ursache des mehrmaligen Stillstehens eines Thermometers in flüssigen, bis zum Erstarren erkaltenden Metalllegirungen. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. F. Rudberg an den Herausgeber.*

Upsala, am 27. Febr. 1831,

— Vor Kurzem habe ich in Ihren schätzbaren Annalen *) einen Aufsatz von Hrn. Erman jun. gelesen, worin derselbe sucht, die von mir entdeckten Erscheinungen beim Erkalten gewisser Legirungen **), von einer andern Ursache abzuleiten, als der, welche ich angegeben habe, und welche, wie mir scheint, durch die Natur der Erscheinungen selbst angedeutet ist.

*) *Edinb. Phil. Journ. T. XI. p. 281. und Edinb. Journ. of Science, T. VII. p. 348.* P.

**) Bd. XX. (96.) S. 282.

***) Dies. Ann. Bd. XVIII. (94.) S. 240.

Aus den von mir beobachteten Erscheinungen hatte ich das Resultat gezogen, daß beim Zusammenschmelzen zweier Metalle, eine nach einfachem Atomenverhältniß zusammengesetzte Legirung, die ich die chemische nannte, aus dem einen Metalle und einem Theil des andern gebildet werde, und daß folglich die geschmolzene Masse überhaupt nur ein Gemenge von dieser chemischen Legirung und dem in Ueberschuß vorhandenen Metalle sey. Das zweimalige Stillstehen des Thermometers, *erstens* bei einer mit den Mischungsverhältnissen variirenden Temperatur, und *zweitens* bei einer von diesen Verhältnissen ganz unabhängigen, fixen Temperatur, schien mir der Vorstellung zu entsprechen, daß das im Ueberschuß zugesetzte Metall bei einer mit diesem Ueberschuß zunehmend höheren Temperatur in den festen Zustand übergehe, seine latente Wärme abgebe, und somit das erste Verweilen des Thermometers verursache; wogegen die leichtflüssige chemische Legirung, in der es nach seinem Erstarren mechanisch vertheilt bleibt, endlich durch ihre Erstarrung das zweite, immer bei der nämlichen Temperatur eintretende Stillstehen des Thermometers bedinge. Ich hatte mich auch überzeugt, daß, wenn man die flüssige Masse auf einem kalten Körper ausgießt, sie, sobald sie nicht gerade die chemische Legirung selbst bildet, nicht bis zum Erstarren vollkommen flüssig bleibt, sondern bei einer Temperatur, die desto höher ist, je weiter hinauf der obere Stillstandspunkt des Thermometers liegt, das Ansehen eines Mörtels annimmt, welches augenscheinlich auf die Solidification eines Theils der Mischung deutet.

Hr. Erman dagegen ist der Meinung, daß das obere Stillstehen des Thermometers nur einer Volumensverminderung der ganzen Masse zuzuschreiben sey, also gleiche Ursache habe, wie das Stillstehen oder äußerst langsame Sinken des Thermometers im Wasser bei der dem Maximum der Dichtigkeit entsprechenden Temperatur.

Eine Vergleichung zwischen den Volumänderungen

und Erkaltungszeiten beim Wasser angestellt, giebt für die Temperaturen in der Nähe der größten Dichtigkeit folgende Tafel:

Temperaturen.	Volumänderungen nach Hällström.	Erkaltungszeiten nach Erman.
Verminderung.		
von $+7^{\circ}$ bis $+6^{\circ}$	0,0000301	12",4
- $+6$ - $+5$	0,0000176	16,8
- $+5$ - $+4$	0,0000050	40,8
Vergrößerung.		
von $+4^{\circ}$ bis $+3^{\circ}$	0,0000078	208",2
- $+3$ - $+2$	0,0000206	17,0
- $+2$ - $+1$	0,0000334	30,0

Aus dieser Tafel geht hervor, dafs das Stationiren des Thermometers zwar dem Volumen-Minimum entspricht, aber auch, dafs die bei der Volumensverminderung, die in der Nähe von $+4^{\circ}$ so äufserst gering ist, freiwerdende Wärme nicht die Ursache des Stillstehens seyn kann. Um so auffallender ist aber diese von Hrn. Erman entdeckte Erscheinung, und sie verdient die größte Aufmerksamkeit.

Was aber dieses merkwürdige und unerklärbare Stationiren des Thermometers im Wasser mit dem Stationiren in Legirungen am oberen, von mir *beweglich* genannten Punkte gemein hat, ist schwer einzusehen. Denn *erstens* kann es doch nie bestritten werden, dafs bei diesem Punkt, was beim Wasser nicht der Fall ist, ein Theil der Masse, während der andere noch flüssig bleibt, in den festen Zustand übergeht, und durch seine hierbei freiwerdende latente Wärme eine Verzögerung im Sinken des Thermometers verursachen mufs. *Zweitens* ist einzusehen, dafs, wenn das obere Stillstehen des Thermometers von einer Volumverminderung herrührte, die latente Wärme der gesammten Masse bei dem zweiten

Stillstandspunkt des Thermometers frei werden müßte; allein die Beobachtungen zeigen, daß, in dem Maasse, wie man von dem einen Metalle mehr als zur chemischen Legirung gehörig hinzusetzt, am *festen* Punkt die Zeiten fortwährend abnehmen, und also bei den meisten Legirungen nicht dem Freiwerden so vieler Wärme entsprechen.

So z. B. gebrauchte, bei der von mir untersuchten Legirung Pb^3Sn das Thermometer zu seinem Fallen von 190° bis 180° C. eine Zeit von 108". Zieht man hiervon etwa 36" ab, die zum Herabsinken um zehn Grade im Fall einer regelmässigen Erkaltung nothwendig gewesen wären, so bleiben 72" übrig, während welcher also, wenn das obere Stationiren zwischen 290° und 280° einer Volumensverminderung zuzuschreiben wäre, die latente Wärme der ganzen Masse fortgegangen seyn müßte. Diefs ist aber doch nicht möglich.

Noch auffallender wird diefs, wenn man Pb^6Sn nimmt, in welcher Legirung, nach späteren Versuchen von mir, das Thermometer gebrauchte:

zwischen 200 und 195 . . .	14"
- 195 - 190 . . .	15
- 190 - 185 . . .	34
- 185 - 180 . . .	19,5

Zwischen 190° und 185° , wo das zweite Stillstehen eintrat (das erste geschah bei 303°) gebrauchte es also nur 34". Bei dieser Legirung, die etwa 91 Procent Blei enthält, muß man wohl annehmen, daß der grösste Theil der latenten Wärme, nämlich die des über die chemische Legirung im Ueberschufs vorhandenen Blei's, beim oberen Stillstehen des Thermometers weggegangen sey, und dadurch auch dieses Stillstehen verursacht habe.

Die interessanten Versuche, welche Hr. Erman mit Lösungen von Chlornatrium angestellt hat, und bei denen er fand, daß, mit vermehrtem Salzgehalt des Wassers, die Stockung in den Erkaltungszeiten immer tiefer gegen den Gefrierpunkt der Flüssigkeit herabsinke, schei-
nen

nen mir auch keine Aehnlichkeit zwischen den Eigenschaften dieser Lösungen und den der Legirungen darzubieten. Denn unter ihnen bleibt der charakteristische Unterschied, daß bei den Salzlösungen der Gefrierpunkt sich ändert mit dem Salzgehalt, bei den Legirungen aber der Erstarrungspunkt ganz unabhängig ist von dem Mischungsverhältnisse, und unverändert derselbe bleibt.

Hr. Erman hat nämlich folgende Resultate erhalten:

	Reines Wasser.	Salzlösung von spec. Gewicht. = 1,01.	v. spec. Gew. 1,02.
Stockung in den Erkaltungszeiten Gefrierpunkt	zwischen $+4^{\circ}$ u. $+3^{\circ}$ 0°	zwischen $+2^{\circ}$ u. $+1^{\circ},5$ $-0^{\circ},5$	keine $-1^{\circ},25$

Zum Schluß will ich noch Einiges bemerken über die von Hrn. Erman vorgeschlagene, von der meinigen etwas abweichende Methode zur Bestimmung der latenten Wärme leichtflüssiger Metalle. Hr. Erman schlägt vor, eine Reihe von Erkaltungszeiten bei solch einem Metalle zu beobachten, und dann die Zeit, welche das Thermometer in der Nähe der Erstarrungstemperatur gebraucht, um eine gewisse Anzahl von Graden, z. B. um zehn Grade, zu sinken, mit derjenigen Zeit zu vergleichen, welche das Thermometer, im Fall das Metall nicht erstarrt wäre, zu seinem Sinken erfordert haben würde, und welche durch Interpolation aus den vor und nach der Erstarrung beobachteten Erkaltungszeiten abzuleiten wäre.

Nennt man also die latente Wärme des flüssigen Metalls $=l$, die spezifische Wärme in der Nähe des Schmelzungspunkts $=K$, die Dauer des anomalen Stationirens während 10 Grade in der Nähe dieses Punktes $=T$, und die Zeit, welche das Thermometer zum Sinken um 10 Grade gebrauchen würde, falls das Metall seinen Aggregatzustand nicht geändert hätte, $=t$, so soll

*) *Ann. de chimie et de physique*, T. XXVIII. p. 300.

Annal. d. Physik. B. 97. St. 2. J. 1831. St. 2.

man die latente Wärme, auf die Gewichtseinheit bezogen, durch die Formel

$$l = 10 K \frac{T}{t} \dots *)$$

approximativ berechnen können. In dieser Formel ist T eine groſse Zahl, die auch deshalb, im Verhältniſs zu ihrer Gröſſe, mit ziemlicher Genauigkeit bestimmt werden kann; die Werthe von K und t sind aber klein und laſſen ſich, wie ich vermulthe, nicht genau beſtimmen.

Es iſt nämlich, was erſtens K betrifft, durch die Verſuche von Dulong und Petit erwieſen, daſs die ſpecifiſche Wärme mit der Temperatur zunimmt, und daſs dieſe Zunahme nicht in gleichem Verhältniſſe bei allen Subſtanzen forſchreitet. Hieraus folgt, daſs man, obgleich die ſpecifiſche Wärme einiger Körper, z. B. des Queckſilbers und des Eisens, bei niederen und bei höheren Temperaturen bekannt iſt, für andere Körper den Werth für K nur durch beſonders angeſtellte Verſuche ermitteln kann. Als Annäherung könnte man wohl annehmen, daſs die ſpecifiſche Wärme eines Metalls ſich proportional mit der des Queckſilbers verändere; allein ſelbſt der hiebei entſtehende Fehler würde im Werthe von l eine bedeutende Unrichtigkeit hervorbringen können, da K mit $10 T$ multiplicirt wird. Noch fehlerhafter wird das Reſultat, wenn man K geradezu den Werth giebt, der den niederen Temperaturen entſpricht, und z. B. für das Zinn 0,051 beträgt.

Den Werth von t würde man, nach den von Dulong und Petit aufgefundenen Erkaltungsgesetzen, mittelſt der *vor* und *nach* der Erſtarrung beobachteten Erkaltungszeiten berechnen können. Allein da dieſe Geſetze nur dann gültig ſeyn können, wenn die Erkaltung regelmäſſig fortgeht, ſo folgt, daſs, im Fall das Metall

*) Wie Hr. Erman zu dieſer in ſeinem Aufſatz angeführten Formel gelangt, kann ich nicht einſehen.

während derselben seinen Aggregatzustand ändert, die Erkalnungszeiten weder gleich vor noch gleich nach der Erstarrung so ausfallen, wie sie, wäre diese nicht eingetreten, seyn würden, indem die Solidification immer, wenigstens beim Zinn, Blei und Wismuth, von einer Volumensänderung begleitet ist, die, wie auch aus den Beobachtungen hervorgeht, 20 bis 30, ja vielleicht noch mehrere Grade unter der Erstarrungstemperatur störend auf die Regelmäßigkeit der Erkalnungszeiten einwirkt. Der hienach berechnete Werth von t scheint mir folglich einer ziemlichen Ungenauigkeit unterworfen seyn zu können, und da t im Werthe von l als Divisor eingeht, so könnte die Bestimmung von l , schon unsicher durch die Schwierigkeit in der genauen Bestimmung von K , am Ende sehr fehlerhaft ausfallen.

Berechnet man nach dieser Methode die von mir, z. B. bei Erkaltung des reinen Zinns, gemachten Beobachtungen, und setzt $K=0,0586$, wie die specif. Wärme in der Nähe von 200° , in Vergleich mit der des Quecksilbers seyn würde, so bekommt man für die latente Wärme des Zinns etwa 12, statt 13,3, welche Zahl ich für dieselbe gefunden habe, und welche, wie ich glaube, nicht um eine ganze Einheit unsicher ist. —

VIII. *Ueber die mathematischen Ausdrücke für die mittlere Wärme der Luft und die magnetische Intensität; aus einem Schreiben des Hrn. Dr. Brewster an Hrn. Alex. von Humboldt.*

Alberly, am 20. Aug. 1830.

— Ich bin erstaunt zu sehen, daß Hr. Prof. Kupffer nicht bekänt ist mit meiner Formel für die mittlere Wärme,