

V. *Versuche über die Erstarrungspunkte ternärer Legirungen aus Zinn, Blei und Zink;*  
*von A. F. Swanberg und L. F. Swanberg.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling. f. 1830, p. 205.*)

Die vorliegende Arbeit ist als eine weitere Ausführung der von Hrn. Prof. Rudberg angeregten Untersuchung \*) zu betrachten. So wie nämlich dieser Physiker das Erkalten binärer Legirungen zum Gegenstand seiner Forschung machte, beschäftigten sich die Verfasser der gegenwärtigen Abhandlung mit dem Erkalten ternärer Legirungen, und zwar zunächst derer aus Zinn, Blei und Zink. Die befolgte Beobachtungsweise und die angewandten Instrumente waren ganz dieselben, deren sich Hr. Prof. Rudberg bediente, und, mit diesem, sind auch chemische Verbindungen diejenigen Legirungen genannt, welche sich beim Erkalten wie einfache Metalle verhalten, d. h. dabei einen regelmässigen Gang befolgen, ohne in den Zeiten einen bedeutenden Sprung zu zeigen, also ihre latente Wärme nur bei *einer* Temperatur fahren lassen.

Um unter den ternären Legirungen genannter Art die chemische aufzufinden, wurde ein Atom Zinn-Zink ( $\text{ZnSn}^6$ ) mit einem Atom Zinn-Blei ( $\text{PbSn}^3$ ) zusammengeschmolzen, weil diese binären Legirungen, nach Hrn. Prof. Rudberg's Versuchen, chemische Verbindungen sind. Allein weder bei diesem Verhältnisse, noch als *zwei* oder *vier* Atome  $\text{PbSn}^3$  zu *einem* Atom  $\text{ZnSn}^6$  gesetzt wurden, gelang es eine Legirung zu erhalten, die, wie es die Verfasser wünschten, ihre latente Wärme bloß bei *einer* Temperatur abgegeben hätte. Die zwei genann-

\*) Vergl. diese Ann. Bd. XVIII S. 240, und Bd. XIX S. 125, auch Bd. XXI S. 317. P.

ten Legirungen noch in andern Verhältnissen zu vermischen, erschien ihnen ohne Nutzen, weil sie vernutheten, daß das Zink sich, durch die Gegenwart des Zinn-Bleis, mit einer andern Anzahl als sechs Atomen Zinn verbunden hätte. Da in jenen Legirungen das Blei mit drei, und das Zink mit sechs, also mit einem Multiplum von drei Atomen Zinn verbunden war, so wurde versucht, ob sich nicht das Zink ebenfalls mit drei Atomen Zinn, und diese Legirung als elektropositiv mit einem, zwei, oder drei Atomen des elektronegativ zu erachtenden Zinn-Bleis verbinden würde, so daß der Zinngehalt der letzteren Verbindung, ähnlich wie der Sauerstoffgehalt in den Sauerstoffsalzen, ein Multiplum vom Zinngehalt der ersteren wäre.

Die folgende Tafel enthält die Formen, unter welchen die chemische Verbindung aufgesucht wurde, und in den Spalten A, B, C die Temperaturen, bei denen sie ihre latente Wärme abgaben. In der unteren Abtheilung der Tafel ist die wirkliche Zusammensetzung der Legirungen angegeben.

Taf. I.

	A.	B.	C.
$\text{Zn Sn}^6 + \text{Pb Sn}^3$ <sup>(1)</sup>	168	178 C.	183
$\text{Zn Sn}^6 + 2 \text{Pb Sn}^3$ <sup>(2)</sup>	168		178
$\text{Zn Sn}^6 + 4 \text{Pb Sn}^3$ <sup>(3)</sup>	168	172	178
$\text{Zn Sn}^3 + \text{Pb Sn}^3$ <sup>(4)</sup>	168	171	204
$\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3$ <sup>(5)</sup>	168		
$\text{Zn Sn}^3 + 3 \text{Pb Sn}^3$ <sup>(6)</sup>	168	stieg von 169,5 auf 172	

<sup>(1)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) + \text{Zn Sn}^6 + 3 \text{Sn}$

<sup>(2)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) + 3 \text{Sn}$

<sup>(3)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) + 2 \text{Pb Sn}^3 + 3 \text{Sn}$

<sup>(4)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) + \frac{1}{2} \text{Zn Sn}^6 + \frac{1}{2} \text{Zn}$

<sup>(5)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3)$

<sup>(6)</sup>  $(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) + \text{Pb Sn}^3$ .

Die Legirung  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$  verhielt sich beim Erkalten folgendermaßen \*):

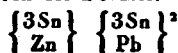
Temperatur.	Erkal- tungszeit.	Tempera- tur.	Erkal- tungszeit.	Tempera- tur.	Erkal- tungszeit.
321° C.		241	22" —	171	37"
11	12" —	31	23 +	61	847
301	14 +	21	25	51	45
291	18	11	26 +	41	50,5
81	19 —	201	29 —	31	54
71	19 +	191	31,5	21	61
61	20	81	33,5	11	74
51	20				

Gewichtsmenge der zum Versuch genommenen Masse 272 Grm. Diese Legirung entliefs demnach ihre latente Wärme nur bei einer einzigen Temperatur, nämlich bei +168° C.

Die Legirung  $(\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) + \text{PbSn}^3$ , die auch unter die Form:  $\text{ZnSn}^3 + 3\text{PbSn}^3$ , gebracht werden kann, verhielt sich zwar fast eben so; allein weil, wie obige Tafel zeigt, gefunden wurde, dafs das Thermometer, ehe es auf 168° fiel und daselbst stehen blieb, von 169,5 auf 172 stieg, und diefs auf einen oberen Erstarrungspunkt hindeutete, so mußte  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$  als die auf trockenem Wege sich bildende chemische Verbindung von Zinn, Blei und Zink angesehen werden \*\*). Nach Prof.

\*) Das Original enthält die Details der Erkaltung sämtlicher untersuchten Legirungen. Hier sind nur die auf die Erkaltung der chemischen Legirung bezüglichen Zahlenwerthe mitgetheilt, da sie späterhin bei Untersuchung über ihre latente Wärme gebraucht werden. In Bezug auf die übrigen Legirungen schien es hinreichend, blofs die festen und beweglichen Punkte anzugeben. P.

\*\*) Wiewohl die Zusammensetzung dieser chemischen Legirung vielleicht richtiger durch die Formel:



Rudberg's Versuchen schmilzt  $\text{ZnSn}^6$  bei  $200^\circ \text{C.}$  und  $\text{PbSn}^3$  bei  $183^\circ$ ; der Erstarrungspunkt der ternären chemischen Legirung lag also  $15^\circ$  niedriger als der ihres elektronegativen Bestandtheils, des Zinn-Bleis. Was die latente Wärme der ternären chemischen Verbindung betrifft, so wird das Nähere über dieselbe weiterhin angeführt werden.

Nachdem auf diese Weise die durch Zusammenschmelzung von Zinn, Blei und Zink sich bildende chemische Legirung ausgemittelt worden war, wurde sie zuerst mit reinem Zinn Blei, und sodann mit reinem Zinn-Zink ( $\text{ZuSn}^6$ ) versetzt. Diefs brachte immer einen ebenen Erstarrungspunkt hervor der sich der Erstarrungstemperatur des reinen Zinn-Bleis oder Zinn-Zinks, je nach dem Zusatz dieser binären Verbindungen, näherte, wie aus folgender Tafel zu ersehen ist.

Taf. II.

	Fester Punkt.	beweglich. Punkt.
$(\text{ZuSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) + 8\text{PbSn}^3$	$168^\circ \text{C.}$	$178 \text{ C.}$
$(\text{ZuSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) + 4\text{PbSn}^3$	168	$174 - 175,5^*)$
$(\text{ZuSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) + \text{PbSn}^3$	168	$169,5 - 172$
$(\text{ZuSn}^3 + 2\text{PbSn}^3)$	168	
$(\text{ZuSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) + 2\text{ZuSn}^6$	168	182

Es wurde auch Blei-Zink hinzugesetzt; allein da das Resultat nicht nach Wunsch ausfiel, so versuchten die Verfasser, ob nicht bloßes Zusammenschmelzen von Zink und Blei eine Legirung beider in festen Verhältnissen gebe. Indefs auch dieses wollte nicht glücken. Sollte

ausgedrückt werden könnte, so haben doch die Verfasser geglaubt, für ihren Zweck die im Text gebrauchte vorziehen zu müssen.

\*) Die doppelten Zahlen in dieser und den folgenden Tafeln bedeuten, daß das Thermometer von der ersten auf die zweite Temperatur stieg.

es eine solche Verbindung geben, so müßte sie, wie die Verfasser meinen, wenigstens eine große Anzahl Bleiatome auf ein Zinkatom enthalten; denn das Zink schied sich beim Erkalten immer in einer besonderen Lage über dem noch flüssigen Blei aus. Indefs glückte es, bei höherer Temperatur eine Verbindung in anderem Verhältnisse zu Stande zu bringen, die jedoch bei einer den Siedpunkt des Quecksilbers übersteigenden Temperatur, oberhalb welcher nicht mehr beobachtet werden konnte, wiederum zerfiel. In Betreff des Zinn-Zinks muß hier erwähnt werden, daß es (wenn davon mehr, als die chemische Verbindung verlangt, hinzugefügt wird) auf dieselbe Weise in die Mischung einging, wie bei binären Verbindungen, weil sonst nur zwei Punkte des Entweichens der latenten Wärme sich bei No. 4 der ersteren Tafel gezeigt haben würden, während in Wirklichkeit drei solche Punkte stattfanden. Als dagegen zu der chemischen Verbindung ein reines Metall gesetzt wurde, so entstand bloß ein Punkt, welcher oberhalb des festen Punktes lag, und sich dem Schmelzpunkte der reinen Metalle asymptotisch näherte. Für das Zinn und Blei liefs sich dieser Punkt immer mit Sicherheit angeben, aber beim Zink stand das Thermometer niemals ganz still, und es konnte daher als oberer Punkt nur die Temperatur aufgezeichnet werden, bei welcher das Thermometer anfang langsamer zu fallen.

Folgende Tafel zeigt die Resultate dieser Versuche:

Taf. III.

$(\text{Zn Sn}^3 + 2\text{Pb Sn}^3) = \text{C.}$	Fester Punkt.	Beweglicher Punkt.
C + 12Sn	168° C.	197—198,5
C + 6Sn	168	188—189
C + 3Sn	168	178
C	168	
C + 3Pb	168	205—206
C + 6Pb	168	228,5

$(\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) = \text{C.}$	Fester Punkt.	Beweglicher Punkt.
C + 9 Pb	168° C,	237
C + 12 Pb	168	245,5
C + 15 Pb	168	254
C + 2 Zn	168	258
C + 4 Zn	168	301

Wie zu ersehen, entsteht, wenn der ternären Legirung eine binäre Legirung von den in ihr enthaltenen Metallen hinzugesetzt wird, ein beweglicher Punkt, und ein zweiter ebenfalls beweglicher Punkt tritt auf, wenn man jener Legirung ein reines Metall hinzufügt. Wenn man demnach gleichzeitig eine binäre Legirung und ein reines Metall mit der ternären chemischen Verbindung zusammenzuschmilzt, so erhält man immer zwei bewegliche Punkte, von denen der untere beinahe unveränderlich ist, so lange der Coëfficient der binären Verbindung in seinem Verhältniß zu dem (immer als 1 angenommenen) Coëfficienten von  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$  nicht variirt, der obere Punkt aber, je nach dem Coëfficienten des reinen Metalls auf- und abschwankt. Indefs ist die Unverrückbarkeit des unteren Punkts nicht ganz vollständig, vielmehr findet auch bei ihm, wie Tafel IV bis VI zeigen, eine geringe Beweglichkeit statt, wenn man sich den reinen Metallen bedeutend nähert.

Taf. IV.

$(\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3) = \text{C.}$	Fester Punkt.	Unterer bewegl. Punkt.	Obärer beweglicher Punkt.
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 12 Sn	168° C.	177° C.	188°—189° C.
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 6 Sn	168	176,5	183 —184,5
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup>	168	174—175,5	
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 3 Pb	168	174	189,5
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 6 Pb	168	174	207
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 9 Pb	168	174	218
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 12 Pb	168	173,5	238
C + 4 Pb Sn <sup>3</sup> + 15 Pb	168	173	243

Taf. V.

$(\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3) = \text{C.}$	Fester Punkt	Unterer bewegl. Punkt.	Oberer beweglicher Punkt.
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3$	168° C.	178° C.	
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3 + 3 \text{Pb}$	168	178	185° C.
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3 + 6 \text{Pb}$	168	178	198
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3 + 9 \text{Pb}$	168	177—178	208—209
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3 + 12 \text{Pb}$	168	177—178	218
$\text{C} + 8 \text{Pb Sn}^3 + 15 \text{Pb}$	168	177—178	224

Taf. VI.

$\text{C} + 2 \text{Zn Sn}^6 + 12 \text{Sn}$	168° C.	183° C.	194,5—196°
$\text{C} + 2 \text{Zn Sn}^6 + 6 \text{Sn}$	168	183	189—190
$\text{C} + 2 \text{Zn Sn}^6$	168	182,5	
$\text{C} + 2 \text{Zn Sn}^6 + 2 \text{Zn}$	168	181—182	214
$\text{C} + 2 \text{Zn Sn}^6 + 4 \text{Zn}$	168	180—181,5	236

Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen, daß Zinn, Blei und Zink durch Zusammenschmelzung nur die chemische Verbindung  $\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3$  bilden, und daß, wenn noch eine andere chemische Verbindung zwischen ihnen da ist, sie wenigstens nicht durch unmittelbares Zusammenschmelzen hervorgebracht werden kann. Allein diese chemische Verbindung kann Zinn, Blei und Zink, so wie deren binären Legierungen, mechanisch aufgelöst enthalten. Außerdem scheint es, daß der feste Punkt, oder +168° C., von den Bestandtheilen der Legierung  $\text{Zn Sn}^3 + 2 \text{Pb Sn}^3$  abhängt, der untere der beweglichen Punkte von der in Ueberschuß hinzugesetzten binären Legierung), und der obere von dem reinen Metalle.

Aus den Erkaltungszeiten der in den Tafeln III, IV und V aufgeführten Legierungen schien hervorzugehen, daß, wenn man der Seite des Bleis zu nahe kam, diese Zei-

) Es verdient bemerkt zu werden, daß die binären Legierungen, welche der ternären chemischen Legierung hinzugesetzt wurden, für sich genommen ebenfalls chemische Verbindungen waren, ihre latente Wärme also bei einer Temperatur entließen. P.

ten bei niederer Temperatur einen schnellen Sprung machten, folglich die specifische Wärme der Masse variierte; in wie weit dieß aber von einer Contraction herrührte, dieß zu entscheiden, meinen die Verfasser, erfordere noch eine besondere Untersuchung.

Ueber die latente Wärme der chemischen Legirung.

Um die latente Wärme der chemischen Legirung  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$  zu finden, sey  $\vartheta$  die Dauer des Stillstands des Thermometers, ausgedrückt in Secunden;  $\mu$  die Masse der Legirung, ausgedrückt in Grammen;  $\lambda$  ihre latente Wärme;  $m$  die Masse des Quecksilbers bei einem mit diesem gemachten entsprechenden Versuch;  $s$  die specifische Wärme desselben bei der in Rede stehenden Erstarrungstemperatur;  $m'$  die Masse des Eisentiegels;  $s'$  die specifische Wärme des Eisens bei der in Rede stehenden Erstarrungstemperatur;  $h$  die Schnelligkeit der Erkaltung bei der mit Quecksilber angestellten Beobachtung bei der Erstarrungstemperatur.

Dann ist  $\frac{\mu\lambda}{\vartheta}$  die Wärmemenge, welche der Körper, dessen latente Wärme gesucht wird, in einer Secunde verliert; eben so ist  $(ms + m's')h$  die Wärmemenge, welche in einer Secunde bei derselben Temperatur das Quecksilber verliert, wenn dessen Temperatur unverändert blieb. Beide Größen müssen natürlicherweise gleich seyn, also:

$$\frac{\mu\lambda}{\vartheta} = (ms + m's')h,$$

woraus:

$$\lambda = \vartheta h \frac{ms + m's'}{\mu} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Den Werth von  $\vartheta$  erhält man, wenn man von der ganzen Zeit, welche zu der Erkaltung um die den Erstarrungspunkt einschließenden zehn Grade erforderlich ist, die bloß durch die specifische Wärme veranlafte



Zeit abzieht. Die Zeit, welche bloß von der specifischen Wärme herrührt, kann man aber immer berechnen, wenn man die specifische Wärme des Metalls, so wie die Zeit kennt, welche zwischen denselben zehn Graden bei einer Quecksilber-Beobachtung erforderlich ist.

Da in die Gleichung (1), durch welche  $\lambda$  bestimmt wird, die specifische Wärme des Quecksilbers und des Eisens bei der Erstarrungstemperatur eingeht, so muß zunächst erörtert werden, wie man die Veränderungen findet, welche die specifische Wärme bei verschiedenen Temperaturen erleidet.

Es sey die specifische Wärme des Wassers bei  $0^\circ \text{ C.} = 1$ ; die Wärmemenge, welche erforderlich ist, die Gewichtseinheit des gegebenen Körpers von  $0^\circ$  bis  $x^\circ$  zu erhöhen,  $= \nu$ ; die specifische Wärme dieses Körpers bei der Temperatur  $x = s$ ; die mittlere Wärmecapacität desselben zwischen  $0^\circ$  und  $x^\circ = M$ ; dann ist:

$$s = \frac{d\nu}{dx} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$M = \frac{\nu}{x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Da nun nach Dulong und Petit's Versuchen \*) die specifische Wärme eine Function der Temperatur ist, deren Variationen indess sehr klein sind, so muß man  $s$  sehr nahe als proportional mit  $x$  ansehen können, und klar ist, daß  $s$ , je weniger es mit der Temperatur variiert, desto eher durch eine Function von der Form

$$s = A + Bx$$

vorgestellt werden kann. Dieser Werth von  $s$  in der Gleichung (2) substituirt, giebt:

$$d\nu = A dx + B x dx.$$

Integrirt man diese Gleichung, so daß  $\nu$  verschwindet, wenn  $x = 0$ , so kommt:

$$\nu = Ax + \frac{1}{2} Bx^2,$$

und

\*) Journ. de l'école polytechnique, T. XI.

und mithin, zufolge der Gleichung (3):

$$M = A + \frac{1}{x} Bx.$$

Zur Prüfung dieser Formel können die von Du-Long und Petit für das *Eisen* bestimmten mittleren Wärmecapacitäten dienen. Diese sind:

$$\begin{aligned} \text{von } 0^\circ \text{ bis } 100^\circ &= 0,1098 \\ 0 \quad - \quad 200 &= 0,1150 \\ 0 \quad - \quad 300 &= 0,1218 \\ 0 \quad - \quad 350 &= 0,1255. \end{aligned}$$

Sucht man  $A$  und  $B$  aus dem ersten und dritten dieser Zahlenwerthe zu bestimmen, so erhält man:

$$0,1098 = A + 50 B$$

$$0,1218 = A + 150 B$$

und folglich:

$$A = 0,1038 ; B = 0,00012$$

$$s = 0,1038 + 0,00012 x \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

$$M = 0,1038 + 0,00006.$$

Folgende Tafel zeigt die Unterschiede zwischen den nach dieser Formel berechneten und den beobachteten Werthen von  $M$ :

$x.$	Berechnete Werthe von $M$ .	Beobachtete
100°	0,1098	0,1098
200	0,1158	0,1150
300	0,1218	0,1218
350	0,1248	0,1255

Wiewohl die Unterschiede zwischen den beobachteten und berechneten Werthen von  $M$  nicht groß sind, so scheinen sie doch anzudeuten, daß für das Eisen bei der in Rede stehenden Temperatur die höheren Glieder der Reihe, welche  $s$  in Function von  $x$  giebt, einen Einfluß auszuüben anfangen. Indefs da die Unterschiede nicht groß sind, so kann man für das Quecksilber, dessen specifische Wärme keine so großen Variationen mit der Temperatur als die des Eisens darbietet, mit desto

größerer Sicherheit annehmen, daß die Variationen seiner specifischen Wärme den Temperaturen proportional seyen.

Für das *Quecksilber* ist, nach Dulong und Petit's Versuchen, die mittlere Wärmecapacität:

$$\text{von } 0^{\circ} \text{ bis } 100^{\circ} = 0,0330$$

$$- 0 - 300 = 0,0350.$$

Hieraus ergeben sich für das Quecksilber:

$$A = 0,0320 ; B = 0,00002$$

$$s = 0,0330 + 0,00002 x \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$M = 0,0320 + 0,00001 x.$$

Um die latente Wärme der Legirung  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$ , deren Erstarrungspunkt  $= 168^{\circ} \text{ C.}$  ist, mittelst der Gleichung (1) zu bestimmen, ziehen die Verfasser eine Beobachtung über das Erkalten des Quecksilbers zu Hülfe, bei welcher sie sich des vom Prof. Rudberg gebrauchten Chrono- und Thermometers bedienten, und dadurch fanden, daß 455,9 Grm. Quecksilber 39" erforderten, um von  $171^{\circ}$  auf  $161^{\circ}$  zu erkalten.

Nimmt man an, was, wenn auch nicht ganz richtig, doch für den vorliegenden Fall erlaubt ist, daß die Erhaltungsgeschwindigkeit während jener zehn Grade constant gewesen sey, so wird  $h = \frac{1}{3}^{\circ}$ .

Da die specifische Wärme von  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$  unbekannt ist, so kann man natürlich die Zeit nicht berechnen, welche bloß dieser Wärme wegen zum Erkalten von  $171^{\circ}$  auf  $161^{\circ}$  nöthig gewesen wäre. Allein da diese (nämlich die bloß durch die *specifische* Wärme bedingte) Erkaltszeit

zwischen  $181^{\circ}$  und  $171^{\circ}$  war  $= 37''$  (Vergl. Taf. S. 282)

$$- 161 - 151 - = 45$$

so kann man das Mittel aus diesen beiden Zahlen, nämlich  $\frac{1}{2}(37'' + 45'') = 41''$  als die von der specifischen Wärme bedingte Erkaltszeit zwischen  $171^{\circ}$  und  $161^{\circ}$  ansehen, zumal ein Fehler von einer Secunde in dieser

Zeit das Resultat nur um ein Achthundertstel ändert. Es ist folglich  $\vartheta = 14' 7'' - 41'' = 806''$ .

Den Werth von  $s$  erhält man, wenn man  $x$  in der Gleichung (5) setzt  $= 168^\circ$ ; dadurch wird  $s = 0,03536$ . Eben so erhält man  $s'$ , wenn man in der Gleichung (4) setzt  $x = 168^\circ$ ; dies giebt  $s' = 0,12396$ . Zur Bestimmung von  $\lambda$  hat man also folgende Werthe:

$$\begin{array}{ll} \vartheta = 806 & \mu = 272 \\ m = 455,9 & s = 0,3536 \\ m' = 12 & s' = 0,12396 \\ h = \frac{10}{39} = 0,25641. \end{array}$$

Und wenn man diese Werthe in der Gleichung (1) substituirt, hat man für die latente Wärme  $\lambda$  der chemischen Legirung  $\text{ZnSn}^3 + 2\text{PbSn}^3$ :

$$\lambda = 13,4.$$

## VI. Ueber die Veränderung, welche die Doppelbrechung in Krystallen durch Temperaturerhöhung erleidet;

von F. Rudberg.

Nachdem durch die von mir in diesen Annalen schon beschriebenen Versuche über die Brechung des farbigen Lichts im Bergkrystall, Kalkspath, Arragonit und Topas die Brechungs-Elemente dieser Krystalle für die gewöhnliche Temperatur der Luft genau ausgemittelt worden waren, nahm ich im J. 1830 eine Untersuchung vor, um zu sehen, welche Veränderung diese Elemente bei Erhitzung der Krystalle erleiden möchten. Dafs sie wirklich eine Veränderung erleiden würden, war durch einige für die Fortschritte der Optik äufserst wichtige Entdeckungen des Prof. Mitscherlich gewissermafsen schon bewie-