

## Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit einaxiger Krystalle.

Von **Viktor v. Lang**,

correspondirendem Mitgliede der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 5. Juli 1866.)

Die vorliegende Untersuchung wurde schon vor einer Reihe von Jahren begonnen, damals in der Hoffnung vielleicht eine einfache Beziehung der Wärmeleitungsfähigkeit der Krystalle mit ihrem magnetischen Verhalten zu constatiren. Diese beiden Eigenschaften der Krystalle dürften hauptsächlich durch die Lagerung der Körpermoleküle bedingt sein und eine Beziehung zwischen diesen Eigenschaften daher leichter aufzufinden sein, als mit solchen, die auch noch von der Elasticität und Anordnung der Äthertheilchen abhängen. Eben so wird die relative Intensität dieser beiden Eigenschaften durch Ellipsoide repräsentirt; in dem speciellen Falle einaxiger Krystalle daher durch Rotationsellipsoide, deren Umdrehungsaxe mit der morphologischen Axe dieser Krystalle zusammenfällt. Diese Rotationsellipsoide sind entweder abgeplattet oder verlängert und ich habe die betreffende Bestimmung an einer Reihe von Krystallen, sowohl für die Wärmeleitungsfähigkeit, als auch für das magnetische Verhalten ausgeführt. Da sich aber keine einfache Beziehung ergab, so begnüge ich mich hier einstweilen bloß die in ersterer Hinsicht angestellten Versuche zu beschreiben.

Mit Ausnahme einer vereinzeltten Beobachtung Matteucci's sind Untersuchungen über die Wärmeleitungsfähigkeit von Krystallen bisher nur von Senarmont ausgeführt worden. Bestrebt die unter seiner Leitung stehende mineralogische Sammlung wirklich der Wissenschaft nutzbar zu machen, hat derselbe auch an einer Reihe von schönen Mineralien, den Charakter des Wärmeleitungsellipsoides bestimmt. Die nachfolgenden Beobachtungen dagegen beziehen sich sämtlich auf künstliche Krystalle, und für solche dürfte unter allen physikalischen Eigenschaften die Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit die meisten Schwierigkeiten darbieten. Es ergibt sich dies leicht aus der nachfolgenden Aufzählung der mechanischen Operationen, denen die Krystalle bei dieser Untersuchung unterzogen werden

müssen. Letztere läßt sich daher überhaupt nur an größeren homogenen Krystallen ausführen, wie sie durchgehends nur durch sorgfältiges Aufziehen erhalten werden, und es war mir auch nur durch die Güte des Herrn Bergrathes K. Ritter v. Hauer möglich, diese Untersuchungen ausführen zu können, da ich demselben fast das ganze benützte Materiale verdanke. Ich sage Ihm meinen wärmsten Dank für die seltene Liberalität, mit welcher er mühsam aufgezogene Krystalle jeder wissenschaftlichen Untersuchung opfert.

Das bei den nachfolgenden Substanzen fast durchgehends in Anwendung gebrachte Verfahren bestand nun der Reihe nach in folgenden Operationen:

1. Von der betreffenden Substanz wurde ein im Innern möglichst homogener Krystall ausgewählt, und aus demselben mittelst Säge, Messer und Feile eine Platte parallel der morphologischen Axe hergestellt, wenn nicht etwa schon die natürliche Ausbildung des Krystalles dies überflüssig machte. Ist eine solche Platte dick, so bekommt sie bei der Anwendung der Wärme fast immer Sprünge. Obwohl nun letztere den Versuch meist nicht zu stören scheinen, so ist doch zur Vermeidung dieses Umstandes die Anwendung möglichst dünner Platten gerathener, welche freilich bei der folgenden Operation leicht zu Grunde gehen.

2. Durch die Mitte der Platte wurde nun senkrecht zu ihr mittelst eines sogenannten Metallbohrers ein enges Loch gebohrt, indem der Bohrer einfach mit den Fingerspitzen um seine Axe gedreht wurde. Dieser Proceß geht rascher von Statten, wenn man die Spitze des Bohrers mit dem Lösungsmittel des Krystalles befeuchtet, nur bekommt dann das Loch meist einen etwas größeren Durchmesser. Man wendet daher zum Befeuchten zweckmäßiger eine concentrirte Lösung der Substanz an, wovon man ja nur äußerst wenig bedarf. In dem Momente, als der Bohrer auf der entgegengesetzten Seite der Platte herausdringt, springt die Platte häufig entzwei, dies kann aber dadurch verhindert werden, daß man von beiden Seiten gegen einander bohrt. Der zu meinen Versuchen angewendete Metallbohrer brachte ein Loch mit einem Durchmesser von 0.6 Millim. hervor.

3. Die Platte wurde hierauf auf einer Seite noch etwas abgeschliffen (zuletzt feucht auf einer rauhen Glastafel), um die Ränder des Loches vollkommen scharf zu haben. Diese, auf der Glastafel rauh gemachte Seite muß dann mit einem leicht schmelzenden Körper

gleichförmig überzogen werden, wozu eine Mischung von Wachs und Terpentin mit einem Schmelzpunkt von beiläufig  $40^{\circ}$  C. angewendet wurde. Bei einzelnen besser leitenden Krystallen nimmt man zweckmäßig etwas härteres Wachs. Krystalle, welche eine gelinde Erwärmung vertragen, kann man leicht mit Wachs durch Schmelzung desselben überziehen. Doch meist ist das Gegentheil der Fall; eine solche Platte wurde zuerst mit Wachs gut eingerieben und dann dasselbe mechanisch möglichst gleichförmig vertheilt, eine Operation, die mit so weichem Wachs keine Schwierigkeiten darbietet. Die Wachsschicht soll natürlich möglichst dünn sein.

4. In das Loch wurde nun von der überzogenen Seite her eine Nähnadel von solcher Dicke eingeführt, daß sie etwa nach einem Drittel ihrer ganzen Länge in der Platte fest stecken blieb. Um zu verhindern, daß bei Erwärmung der Nadel die Platte nicht etwa längs derselben herabgleite, wurde unter die Platte noch ein dünner Kork gesteckt, auf welchem sie fest aufsaß. Die Nadel wurde dann mit ihrer Spitze in einen Schraubstock aufrecht eingeklemmt und derselbe mit dem einen Poldraht einer galvanischen Batterie verbunden; legt man dann den andern Poldraht an das obere Ende der Nadel an, so erleidet dieselbe eine Erwärmung, welche noch dadurch etwas regulirt werden kann, daß man den Poldraht näher oder ferner von der Wachsschicht an die Nadel anlegt. Zur Erzeugung des galvanischen Stromes wurden sechs etwas größere Sme'e'sche Elemente verwendet, doch wurden dieselben nicht immer vollständig in die Flüssigkeit eingetaucht. Die Erhitzung der Nadel darf nämlich nicht zu rasch geschehen, indem die Platte sonst leicht stärkere Sprünge bekommt, aber sie darf auch nicht zu langsam stattfinden, weil sonst der Übergang vom geschmolzenen zum fest gebliebenen Wachs ein zu allmählicher ist und die Umrisse der Ellipse des geschmolzenen und wieder erstarrten Wachses daher schwer festzustellen sind. Der ganze Vorgang kann bequem mit einer Lupe überwacht werden. Ist die Schmelzung des Wachses bis zum gewünschten Punkte vorgeschritten, so entfernt man den einen Poldraht und zieht die Nadel aus der Platte, so lange dieselbe noch warm ist; es bleibt dann nur noch übrig, die Axen der durch das wieder erstarrte Wachs hervorgebrachten Ellipse zu messen, um ihr Verhältniß kennen zu lernen.

5. Die Messung der Axen geschah mit Hilfe eines mit einem Meßtische versehenen Mikroskopes, wobei eine äußerst geringe Ver-

größerung angewendet wurde. Die im Nachfolgenden angegebenen Zahlen sind Tausendtheile eines Wiener Zolles, gehen also durch Multiplication mit 0.02635 (nahezu  $\frac{1}{40}$ ) in Millimeter über. Ich habe diese Zahlen nicht angegeben, weil ich glaube, daß aus denselben sich wirklich ein genauer Werth für das Verhältniß der Leitungsfähigkeit senkrecht und parallel zur morphologischen Axe folgern läßt, sondern um zugleich ein Bild von der absoluten Größe der Ellipsen zu geben. Zum Überflusse weiß man aus Stefan's Untersuchungen, daß durch die angegebene Beobachtungsmethode nicht die Geschwindigkeit gefunden werden kann, mit der sich eigentlich die Wärme fortpflanzt, sondern nur die Schnelligkeit des Vordringens einer gewissen Temperatur. Doch liegen unzweifelhaft wenigstens die Maxima dieser beiden Geschwindigkeiten in demselben Sinne.

Je nach der Art des Wärmeleitungsellipsoides kann man die einaxigen Krystalle, ähnlich wie in Betreff ihres optischen Charakters, kurz als positive und negative unterscheiden, und zwar nenne ich jene Krystalle, die ein verlängertes Wärmeellipsoid besitzen, thermisch-positiv, die Krystalle mit einem abgeplatteten Ellipsoid thermisch-negativ. Erstere bezeichne ich mit  $\tau_+$ , letztere mit  $\tau_-$ . Bei dieser Benennung ist also das Wärmeleitungsellipsoid immer von derselben Art wie die Wellenfläche des außerordentlichen Strahles in einem Krystalle mit gleich bezeichnetem optischen Charakter.

Ich habe zum Schluß dieses Aufsatzes alle bis jetzt untersuchten einaxigen Krystalle mit ihren thermischen Zeichen zusammengestellt und daneben auch ihren optischen Charakter angegeben. Es ergibt sich hieraus, daß bei weitem in der Mehrzahl der Fälle (17 von 24) die Wärmeleitungsfähigkeit und der optische Charakter eines Krystalles dasselbe Zeichen erhalten. Ob dies mehr als ein bloßer Zufall ist, muß ich dahin gestellt sein lassen.

In dieser Zusammenstellung sind folgende Gruppen isomorpher Substanzen enthalten:

TiO <sub>2</sub>	$\tau_+$	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\tau_-$	K <sub>2</sub> CdCl	$\tau_+$
ZnO <sub>2</sub>	$\tau_+$	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	$\tau_-$	Am <sub>2</sub> CdCl	$\tau_+$
KO, 2HO, AsO <sub>5</sub>	$\tau_-$	CaO, S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\tau_+$	PbO, S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\tau_-$
AmO, 2HO, AsO <sub>5</sub>	$\tau_-$				
KO, 2HO, PO <sub>5</sub>	$\tau_-$				
AmO, 2HO, PO <sub>5</sub>	$\tau_-$				

Unter diesen Gruppen hat nur die letzte nicht einerlei Zeichen, was um so auffallender ist, als der unterschwefelsaure Kalk und das entsprechende Bleisalz auch entgegengesetzten optischen Charakter haben. Freilich sind gerade für diese zwei Salze die nachfolgenden Beobachtungen am unsichersten, indem für dieselben die Ellipsen sich nur äußerst wenig von Kreisen unterscheiden. Aber auch die letzte Thatsache allein ist mit Rücksicht auf das entgegengesetzte optische Verhalten dieser Krystalle von Interesse.

### **Tetragonale Krystalle.**

#### **I. Ammonium Kupferchlorid $\text{AmCuCl}_2 + 2\text{HO}$ .**

Zwei Versuche mit Platten angestellt, die durch natürliche Flächen gebildet waren, gingen sehr gut von Statten, wie dies überhaupt für Ammoniumsalze Regel ist. Die längere Axe der Wärmeleitungsellipse ist parallel der morphologischen Axe, diese Substanz daher thermisch positiv. Die Messung der Ellipsenaxen ergab:

$$1. \text{ Versuch } 83 : 76 = 1 : 0.92,$$

$$2. \quad \text{„} \quad 85 : 78 = 1 : 0.94.$$

#### **2. Magnium Platincyanür $\text{MgPtCy}_2 + 3\text{HO}$ .**

Zur Untersuchung wurde die eine Hälfte eines etwas größeren Krystalles verwendet, an welchem die Formen  $\{001\}$ ,  $\{100\}$ ,  $\{111\}$  mit den Winkeln

$$(111) (001) = 42^\circ 16'$$

$$(111) (100) = 62 \quad 27$$

beobachtet wurden. Der erste Versuch ergab ohne weitere Schwierigkeiten eine Ellipse mit den Axenlängen

$$69 : 76 = 0.91 : 1.$$

Nachdem dieselbe Platte von Neuem mit Wachs überzogen und der Wirkung des galvanischen Stromes ausgesetzt worden war, fand man an einer schönen Ellipse

$$73 : 78 = 0.93 : 1.$$

In beiden Fällen konnte man schon mit freiem Auge leicht erkennen, daß diese Substanz thermisch negativ ist.

### 3. Phosphorsaures Kalk $\text{KO}, 2\text{HO}, \text{PO}_5$ .

Ein mit einer natürlichen Platte angestellter Versuch gab eine Ellipse für deren Axen das Verhältniß

$$55 : 66 = 0.83 : 1$$

gefunden wurde. Hiebei ist die kürzere Axe parallel der morphologischen Axe, diese Substanz daher thermisch negativ.

### 4. Phosphorsaures Ammoniak $\text{AmO}, 2\text{HO}, \text{PO}_5$ .

Diese Substanz, isomorph mit der vorhergehenden, ist, was die Leitungsfähigkeit für Wärme betrifft, ebenfalls negativ. Für die Längen der Ellipsenaxen ergaben die an natürlichen Platten angestellten Versuche folgende Werthe:

1. Versuch. Platte beiläufig 6 Millim. dick

$$78 : 87 = 0.90 : 1.$$

2. Versuch. Platte 3 Millim. dick

$$116 : 131 = 0.89 : 1,$$

3. Versuch. Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$84 : 98 = 0.86 : 1.$$

### 5. Arsensaures Kalk $\text{KO}, 2\text{HO}, \text{AsO}_5$ .

Bei dem einzigen mit einer natürlichen Platte angestellten Versuche mußte der galvanische Strom verhältnißmäßig länger wirken. Wie man schon mit freiem Auge leicht erkannte, ist auch diese Substanz thermisch negativ; die Messung aber ergab

$$76 : 86 = 0.88 : 1.$$

### 6. Arsensaures Ammoniak $\text{AmO}, 2\text{HO}, \text{AsO}_5$ .

Eine dünne natürliche Platte lehrte, daß auch diese Substanz, die mit den drei vorhergehenden isomorph ist, sich in Betreff der Wärmeleitungsfähigkeit negativ verhält. Die durch wiederholte Anwendung des galvanischen Stromes hervorgebrachte Ellipse gab für das Verhältniß ihrer Axen

$$64 : 76 = 0.84 : 1.$$

**7. Schwefelsaures Nickeloxyd  $\text{NiO}$ ,  $\text{SO}_3 + 6\text{HO}$ .**

Zwei in einem Zwischenraume von fünf Jahren ausgeführte Versuche ergaben übereinstimmend die Wärmeleitungsfähigkeit dieser Substanz negativ. Die gefundenen Axenverhältnisse waren:

$$1. \text{ Versuch } 103 : 107 = 1 : 0.96,$$

$$2. \quad \text{„} \quad 81 : 89 = 1 : 0.91.$$

**8. Essigsaurer Kupferoxydkalk  $\text{CaO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $2\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + 8\text{HO}$ .**

In den Versuchen wurden Platten verschiedener Dicke verwendet, welche entweder durch die vorherrschenden Prismenflächen oder durch die um  $45^\circ$  dagegen geneigten Theilungsflächen gebildet waren. Letztere machen jedoch das Bohren des Loches schwierig, da sie leicht den Zerfall der bearbeiteten Platte bewirken. Man kann bei diesem Salze das Bohren des Loches dadurch umgehen, daß man senkrecht auf die mit Wachs überzogene Fläche eine erhitzte abgebrochene Nadel setzt. Dieselbe schmilzt bis zu einer gewissen Tiefe in die Platte, die dadurch eine ziemlich regelmäßige Erwärmung erleidet <sup>1)</sup>. Die auf diese Weise angestellten Versuche sind durch ein vorgesetztes Sternchen bezeichnet.

Diese Substanz wurde übereinstimmend bei allen Versuchen als thermisch positiv bestimmt; die einzelnen für die Ellipsenaxen gefundenen Werthe sind:

1. Versuch. Platte ungefähr 7 Millim. dick

$$134 : 118 = 1 : 0.88.$$

\* 2. Versuch. Eine andere Stelle derselben Platte

$$68 : 63 = 1 : 0.93.$$

\* 3. Versuch.

$$100 : 92 = 1 : 0.92.$$

4. Versuch. Ellipse nicht ganz gut

$$112 : 102 = 1 : 0.91.$$

---

<sup>1)</sup> Bei Krystallen, in welchen die glühende Nadel nicht eindringt, ist diese Methode ziemlich unbrauchbar, da die von der Nadel ausgestrahlte Wärme zu sehr überwiegt. Aber auch sonst dürften aus dem letzteren Grunde die durch diese Methode gefundenen Axendifferenzen zu klein ausfallen.

5. Versuch. Ellipse ebenfalls nicht ganz schön

$$125 : 111 = 1 : 0 \cdot 89.$$

6. Versuch. Ellipse ziemlich gut

$$134 : 116 = 1 : 0 \cdot 87.$$

7. Versuch. Fünf Jahre später angestellt; schöne Ellipse

$$114 : 109 = 1 : 0 \cdot 96.$$

#### 9. Harnstoff $C_2O_2H_4N_2$ .

Die Krystalle, welche mir von dieser Substanz zu Gebote standen, waren leider im Innern sehr zerklüftet, doch konnten wenigstens sehr dünne homogene Platten aus ihnen hergestellt werden. Mittelst solcher fand ich diese Substanz thermisch positiv und erhielt für das Verhältniß der Ellipsenaxen:

1. Versuch,

$$94 : 80 = 1 : 0 \cdot 85.$$

2. Versuch, nicht so schöne Ellipse

$$58 : 54 = 1 : 0 \cdot 93.$$

### Hexagonale Krystalle.

#### 10. Kalium-Cadmiumchlorid $K_2CdCl_4$ .

Die Herstellung von durchlöcherten Platten aus dieser Substanz bietet große Schwierigkeiten, indem in Folge der ausgezeichneten Theilbarkeit nach den Rhomboëderflächen die Krystalle bei der Bearbeitung leicht zerbröckeln. Eben so bekommen die Platten bei der Erwärmung immer Sprünge. Die Wärmeleitung ist positiv und die beobachteten Längen der Ellipsenaxen waren:

1. Versuch,

$$71 : 68 = 1 : 0 \cdot 96.$$

2. Versuch. Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$78 : 71 = 1 : 0 \cdot 91.$$



**11. Ammonium-Cadmiumchlorid  $\text{Am}_2\text{CdCl}$ .**

Diese Substanz läßt sich im Gegensatz zu der vorhergehenden mit der sie isomorph ist, gut bearbeiten. Zu Gebote stand eine von natürlichen Flächen gebildete Platte, welche die Wärme ziemlich gut leitete und eine parallel der morphologischen Axé stark verlängerte Ellipse gab. Demzufolge ist diese Substanz ebenfalls thermisch positiv. Die Axenlängen konnten nicht gemessen werden, da die Platte früher in Verlust gerieth.

**12. Nickel-Kieselfluorid  $\text{NiSiF}_2 + 6\text{HO}$ .**

Diese Substanz, welche sich leicht bearbeiten läßt, gab auf Platten, gebildet durch natürliche Flächen, Ellipsen mit den folgenden Axenlängen:

1. Versuch, Platte ungefähr 3 Millim. dick

$$120 : 110 = 1 : 0.92.$$

2. Versuch, ähnliche Platte, Ellipse nicht ganz regelmäßig

$$95 : 91 = 1 : 0.96.$$

3. Versuch, fünf Jahre später angestellt

$$115 : 103 = 1 : 0.90.$$

Da in allen Fällen die größere Axe parallel der morphologischen Axe gefunden wurde, so ist diese Substanz thermisch positiv.

**13.  $\text{FeK}_2\text{Cy}_3 + \text{NaO}, \text{NO}_5 + \text{KO}, \text{NO}$ .**

Diese merkwürdige Doppelverbindung, welche sich zuweilen aus den Rückständen der Blutlaugensalzfabrication ausscheidet, wurde von Dr. C. A. Martius nebst der von mir ausgeführten krystallographischen Bestimmung in den Monatsberichten der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Jahrgang 1866, beschrieben.

Die Krystalle sind ausgezeichnet theilbar nach der Fläche (111); dies und der Umstand, daß sie bei der Anwendung von Wärme leicht decrepitiren, macht die Orientirung der Wärmeleitungsfähigkeit an ihnen schwierig. Dieselbe ist übrigens jedenfalls negativ.

1. Versuch. Die Sprünge, welche die Platte bei Anwendung des galvanischen Stromes erhält, scheinen nicht zu stören, kleinere Axe parallel der morphologischen Axe. Ihr Verhältniß zur längeren Axe ist

$$97 : 106 = 0.92 : 1.$$

2. Versuch an einer neuen Platte angestellt, welche ebenfalls Sprünge bekam; eine Ellipticität konnte an der erhaltenen Curve nicht nachgewiesen werden.

3. Versuch wurde an einer nicht durchlöcherten Platte mit einer schwach glühenden Nadel ausgeführt. Die Ellipse hat ihre kleinere Axe parallel der morphologischen Axe, und das Axenverhältniß

$$62 : 65 = 0.97 : 1.$$

4. Versuch auf dieselbe Weise wie der vorhergehende Versuch angestellt, gab er für die Lage der kleineren Ellipsenaxen auch das gleiche Resultat; doch bekam die Platte Sprünge. Es wurde für das Axenverhältniß beobachtet

$$84 : 93 = 0.90 : 1.$$

#### 14. Unterschwefelsaurer Kalk $\text{CaO}$ , $\text{S}_2\text{O}_5$ .

Die Beobachtungen an dieser Substanz sind ziemlich schwierig, da die künstlich herzustellenden Platten schon bei der mechanischen Bearbeitung leicht zerbrechen und bei der Anwendung von Wärme sehr leicht Sprünge bekommen. Da einzelne Beobachtungen widersprechende Resultate gaben, so wurde die nachfolgende größere Reihe von Versuchen angestellt, bei welchen die Dimension der zur morphologischen Axe parallelen Ellipsenaxe immer zuerst angeführt ist.

1. Versuch, sehr dünne Platte, gute Curve

$$66 : 66.$$

2. Versuch, dieselbe Platte mit neuem Wachs überzogen, etwas unregelmäßige Ellipse

$$69 : 67.$$

3. Versuch, dünne kleine Platte, unregelmäßige Ellipse

$$79 : 72.$$

4. Versuch, sehr dünne Platte, ziemlich gute Ellipse, durch wiederholte Anwendung des galvanischen Stromes erhalten

77 : 66.

5. Versuch, dünne Platte, mit etwas dickerer Wachsschicht, gute Ellipse

75 : 77.

6. Versuch, dieselbe Platte mit dünner Wachsschicht

70 : 67.

7. Versuch, nicht ganz dünne Platte, bekam alsogleich Sprünge

78 : 78.

8. Versuch, dünne Platte, gute Ellipse

74 : 67.

9. Versuch, schöne Ellipse, aber Sprünge

73 : 70.

10. Versuch

65 : 65.

Der Mehrzahl dieser Beobachtungen zufolge dürfte diese Substanz in Betreff ihrer Wärmeleitungsfähigkeit sich positiv verhalten.

### 15. Unterschwefelsaures Bleoxyd $PbO, S_2O_5$ .

Diese Substanz, isomorph mit der vorhergehenden, läßt sich sehr leicht mechanisch bearbeiten, doch bekommen die Platten, falls sie nicht sehr dünn sind, bei Anwendung von Wärme ebenfalls Sprünge. Da diese Substanz im Gegensatze zu der entsprechenden Kalkverbindung in der Mehrzahl der Fälle thermisch negativ, aber mit sehr geringer Ellipticität gefunden wurde, so wurde zur genauen Constatirung dieser Thatsache auch hier eine größere Anzahl von Beobachtungen ausgeführt. Dieselben sind meist mit sehr dünnen Platten angestellt; zu einigen Versuchen wurde dieselbe Platte verwendet, indem man sie entweder frisch mit Wachs überzog, oder sie auch mit der früheren Ellipse von Neuem der Wirkung des galvanischen

schen Stromes aussetzte. Die nachfolgenden Zahlen geben die in den einzelnen Versuchen beobachteten Dimensionen der Ellipsen und zwar bezieht sich die erste Reihe auf die der morphologischen Axe parallelen Ellipsenaxen; die besser scheinenden Versuche sind mit nachgesetztem Sternchen bezeichnet.

1. Versuch	140 : 140
2. "	52 : 52
3. "	53 : 51
4. "	67 : 67
5. "	56 : 55
6. "	80 : 76
7. "	90 : 93
8. "	90 : 91
9. "	80 : 80
10. "	86 : 86
11. "	88 : 90*
12. "	117 : 117
13. "	75 : 75
14. "	71 : 74*
15. "	89 : 95
16. "	76 : 80*
17. "	64 : 66*
18. "	77 : 81
19. "	85 : 92

---

In der folgenden Tabelle, welche alle an einaxigen Krystallen ausgeführten Orientirungen der Wärmeleitungsfähigkeit enthält, sind die Beobachtungen von *Senarmon* <sup>1)</sup> mit *S*, eine von *Matteucci* <sup>2)</sup> herrührende Beobachtung mit *M*, und die im Vorhergehenden angeführten Versuche mit *L* bezeichnet.

---

<sup>1)</sup> *Ann. de Ch. et de Ph.*, 3<sup>e</sup> S., t. 21 et 22.

<sup>2)</sup> *Ibid.* 3<sup>e</sup> S., t. 43, p. 467.

Substanz	Opt. Charakt.	Wärme- Leitungsfähigkeit
<b>Tetragonal.</b>		
Rutil $\text{TiO}_2$ . . . . .	+	$\tau$ S
Zinnstein $\text{SnO}_2$ . . . . .	+	$\tau$ S
Calomel $\text{Hg}_2\text{Cl}$ . . . . .	+	$\tau$ S
$\text{AmCuCl}_2 + 2\text{HO}$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{MgPtCy}_2 + 3\text{HO}$ . . . . .	+	$\tau$ L
$\text{KO}, 2\text{HO}, \text{PO}_5$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{AmO}, 2\text{HO}, \text{PO}_5$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{KO}, 2\text{HO}, \text{AsO}_5$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{AmO}, 2\text{HO}, \text{AsO}_5$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{NiO}, \text{SO}_3 + 6\text{HO}$ . . . . .	—	$\tau$ L
Idokras . . . . .	—	$\tau$ S
$\text{CaO}, \text{CuO}, 2\text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2 + 8\text{HO}$ . . .	+	$\tau$ L
Harnstoff $(\text{CO})_2\text{H}_4\text{N}_2$ . . . . .	+	$\tau$ L
<b>Hexagonal.</b>		
Wismuth . . . . .		— M
Hämatit $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .		$\tau$ S
Korund $\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	+	$\tau$ S
Quarz $\text{SiO}_2$ . . . . .	+	$\tau$ S
Kalkspath $\text{CaO}, \text{CO}_2$ . . . . .	—	$\tau$ S
$\text{K}_2\text{CdCl}$ . . . . .	+	$\tau$ L
$\text{Am}_2\text{CdCl}$ . . . . .	+	$\tau$ L
$\text{NiSiF}_2 + 6\text{HO}$ . . . . .	+	$\tau$ L
$\text{FeK}_2\text{Cy}_3 + \text{NaO}, \text{NO}_5 + \text{KO}, \text{NO}_5$ .	—	$\tau$ L
$\text{CaO}, \text{S}_2\text{O}_5$ . . . . .	—	$\tau$ L
$\text{PbO}, \text{S}_2\text{O}_5$ . . . . .	+	$\tau$ L
Beryll . . . . .	—	$\tau$ S
Turmalin . . . . .	—	$\tau$ S.