Mikroskopische Messungen

der

Krystallgestalten einiger Metalle.

Von K. W. Zenger,

k. k. Gymnasiallehrer.

(Vorgelegt in der Sitzung am 13. Juni 1861.)

Die erste Anwendung des Mikroskopes zu krystallographischen Messungen rührt von L. Frankenheim her. Er mass nämlich mittelst des Ocularfadenkreuzes eines Mikroskopes die ebenen Winkel der Krystallflächen, indem er den Durchkreuzungspunkt des Fadenkreuzes auf den Scheitel des Winkels einstellte, und dann durch Drehung des Oculars einen der Fäden nach und nach mit beiden Schenkeln des zu messenden Winkels zur Coïncidenz brachte.

Am Oculare war eine Kreistheilung angebracht, welche gegen einen am feststehenden Theile der Mikroskopröhre angefügten Nonius streifte, und so die Ablesung des Drehungswinkels gestattete. Später machte Pacini den Vorschlag, statt des Oculars das Tischchen drehbar einzurichten, und durch Drehung des Objectes die Coïncidenz der Schenkel des Winkels mit den Fäden hervorzubringen, welche Einrichtung den doppelten Vortheil gewährt, dass die Beobachtung bequemer und an einem Kreise von grösserem Radius, also auch genauer geschehen konnte.

Ein weiterer Vorschlag von Leeson, das Fadenkreuz durch ein Rochon'sches Prisma zu ersetzen, erscheint als keine wesentliche Verbesserung der Frankenheim'schen Methode die ebenen Winkel zur Messung der Krystallgestalt zu verwenden.

Allein diese Methode setzt voraus, dass bei der Messung:

1. Der zu messende Winkel mit seinen Schenkeln in einer Ebene liege, welche genau senkrecht zur optischen Axe ist, so dass die Flächennormale mit dieser zusammenfällt.

2. Dass das Fadenkreuz sich genau in der on Axeptische des Instrumentes befinde, in dem bei einer Excentricität des Durchkreuzungspunktes ebenfalls eine fehlerhafte Winkelmessung erfolgt.

K. Schmid war der erste, welcher sich mit den Fehlerquellen dieser Methode eingehender befasste, und dieselben zu eliminiren bemüht. Die Resultate von Messungen, welche er anführt, zeigen eine ganz befriedigende Übereinstimmung mit an denselben Stoffen vorgenommenen Messungen mit dem Reflexionsgoniometer.

Es gelingt nur schwer eine Ebene im Mikroskope gehörig einzustellen, so dass sie durch das Gesichtsfeld geführt, in allen Punkten deutlich gesehen würde, hingegen hat es viel weniger Schwierigkeit, dasselbe für eine Begrenzungslinie der Fläche zu erreichen; nach einiger Übung hat es nicht die geringste Schwierigkeit, die Kanten eines nicht zu grossen Krystalles so vollkommen senkrecht gegen die optische Axe zu stellen, dass der zurückbleibende Fehler der Einstellung nur sehr gering sein kann, und auf das Resultat der Messung, wie eine grosse Anzahl von Versuchen mir zeigte, nur ganz unmerklichen Einfluss ausübt.

Die hierauf bezüglichen Versuche wurden mit einem ausgezeichneten Mikroskope grosser Gattung von Plössl am k. k. physikalischen Institute ausgeführt. Das an demselben angebrachte Schraubenmikrometer gab 0ʺ0001 durch directe Ablesung und noch 0ʺ00001 (durch Untertheilung am Kopfe der Mikrometerschraube) bei unmerklichen Abweichungen der an verschiedenen Theilen der Schraube gemessenen Längen.

Die Anwendung so ausgezeichneter Beobachtungsmittel gestattete eine scharfe Prüfung der mit dieser Methode der Messung von Seiten- oder Kantenlängen (statt der directen Winkelmessung) erreichbaren Genauigkeit.

Es wurden als Vorversuche viele Messungen desselben Objectes, nämlich einer Kantenlinie nach oftmaligem Umlegen und neuerlichem Aufkleben des Krystalles auf das Objectentischchen mittelst Wachses vorgenommen, und stets so nahe stimmende Resultate erhalten, dass die Abweichungen nur ganz unbedeutenden Einfluss auf die Winkel, welche aus den Seitenlängen berechnet werden, auszuüben vermochten, und diese Abweichungen mehr als Folge der Unvollkommenheiten in der Einstellung der Fäden auf die Endpunkte der Linien, als aus der verschiedenen Neigung derselben gegen die optische Axe hervorgegangen erscheinen.

Die durch das Mikroskop gemessene Länge der Kantenlinie, welche den Winkel φ mit einer zur optischen Axe des Instrumentes senkrechten Ebene bildet, ist, wie leicht einzusehen, nicht gleich der wirklichen Länge, sondern, wenn wir diese mit l, und die gemessene mit l' bezeichnen:

$$l' = l \cos \varphi$$

die Projection dieser Linie auf die vorerwähnte Ebene.

Dreht man nun den Krystall, und stellt die zweite Kantenlinie der betrachteten Krystallfläche wieder so ein, dass sie mittelst der Schraube durch das Gesichtsfeld geführt in allen Punkten gleich scharf sichtbar erscheint, so wird im Allgemeinen der Winkel, den sie mit der optischen Axe, oder einer dazu senkrechten Ebene bildet, von jenem der ersten gemessenen Kantenlinie um eine in der Praxis verschwindend kleine Winkelgrösse $\pm \psi$ abweichen, so dass die Gleichung

$$L' = L \cos (\varphi \pm \psi)$$

die Länge der gemessenen Kante L gibt.

Ist die Vergrösserung, welche angewendet wurde, nicht unter 60mal linear, so lässt sich durch sanftes Drücken des Krystalles so scharf einstellen, dass wiederholte Messungen keine merkliche Abweichung ergeben, die sich aber zeigen müsste, wenn der Fehler in der Einstellung nur 20 — 30′ erreichen würde, da er aber immer unter dieser Grenze bleibt, so kann man erfahrungsmässig ganz versichert sein, dass nicht nur die Winkel φ und $\varphi \pm \psi$ sehr wenig verschieden, sondern auch der Winkel $\varphi \pm \psi$ sehr nahezu Null sein, und die zu messende Kante sehr nahe senkrecht zur optischen Axe stehen wird. Da nun der Cosinus eines dem Werthe Null nahe stehenden Winkels sehr wenig sich ändert, so wird in dem Verhältnisse:

$$l_0 : l'_0 = l \cos \varphi : l' \cos (\varphi \pm \psi)$$

eine so genaue Übereinstimmung herrschen, und eine um so genauere, je stärker die angewendete Vergrösserung, dass man das Verhältniss der gemessenen und wirklichen Kantenlängen als identisch wird betrachten dürfen, und daher werden auch die aus diesem Verhältnisse abgeleiteten Winkel bei einiger Übung in der Einstellung nur sehr geringen Fehlern ausgesetzt sein.

Denn es ist:

$$\frac{l_0}{l_0'} = \frac{l}{l'} \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi\cos\psi \mp \sin\psi\sin\varphi};$$

da nun φ sehr nahe, und ebenso auch ψ Null gemacht werden kann, so ist das Glied $\mp \sin\varphi \sin\psi$ zweiter Ordnung gegen das Glied $\cos\varphi \cos\psi$, und man findet:

$$\frac{l_0}{l'_0} = \frac{l}{l'} \frac{\cos\varphi}{\cos\varphi\cos\psi} = \frac{l}{l'} \frac{1}{\cos\psi}.$$

Es hängt sonach die Genauigkeit der Winkelmessung von der Genauigkeit ab, mit der der Winkel ψ Null gemacht wird, welcher den Unterschied in der Neigung zweier nach einander gemessenen Kanten oder Seiten einer Begrenzungsfläche angibt. Der Versuch zeigt nun, dass man bei nur einigermassen stärkeren Vergrösserungen (ich wandte meist eine 60 — 131malige an) diesen Fehler in der Einstellung ψ wirklich so klein machen kann, dass man immerhin die Grösse $\frac{1}{\cos\psi}$ der Einheit gleich setzen darf, und die aus den Längen der Seiten berechneten Winkel immer sehr nahe den wirklich gemessenen gleichkommen werden.

Um mich hievon zu überzeugen, machte ich eine Reihe von Vorversuchen, indem ich die Seitenlängen eines recht scharf begrenzten Dreieckes eines regulären Oktaëders mass:

1. in der Reihenfolge a, b, c, nachdem die ganze kleine im Mikroskop auf einmal überblickbare Fläche so gestellt worden, dass man alle Kanten scharf sah;
2. durch Drehung des Tisches um 180° in der Reihenfolge c, b, a;
3. wurde der Krystall abgenommen, neuerdings auf den Tisch mit Wachs befestigt, dieselbe Fläche nach Möglichkeit horizontal gestellt, und ein anderer Theil des Schraubenganges zur Messung benützt.

Die Messung geschah abermals in der Reihenfolge a, b, c, und nach Drehung um 180° in der Folge c, b, a.

Die Messung gab:

Drehung rechts	Drehung links
Seite $a = 173{\cdot}20$	$a' = 175{\cdot}15$
„ $b = 175{\cdot}23$	$b' = 174{\cdot}77$
„ $c = 176{\cdot}45$	$c' = 174{\cdot}89$

Dieselbe Krystallfläche abgenommen und neuerdings aufgeklebt gab:

Drehung rechts	Drehung links
$a = 174\cdot22$	$a' = 176\cdot01$
$b = 173\cdot98$	$b' = 175\cdot02$
$c = 175\cdot00$	$c' = 175\cdot11$

Die Mittel der ersten Messung aus beiden Lagen geben:

$a = 174\cdot18$	aus der zweiten sind die Mittel:	$a = 175\cdot12$
$b = 175\cdot00$	„ „ „ „ „ „	$b = 174\cdot50$
$c = 175\cdot67$	„ „ „ „ „ „	$c = 175\cdot06$

Die Differenz dieser Messung gibt:

$\Delta a = -0\cdot94$; oder: 0 % 54 der ganzen Länge der Linien.

$\Delta b = +0\cdot50$ „ 0 % 26 „ „ „ „ „

$\Delta c = +0\cdot61$ „ 0 % 36 „ „ „ „ „

Die ganzen Zahlen bedeuten 0ᵀ001, also geht die Messung bis auf 0ᵀ0001 genau vor sich, und können so kleine Differenzen nur äusserst unbeträchtliche Änderungen in den Winkelwerthen hervorrufen.

Die gemessene Krystallfläche gehörte einem sehr scharf ausgebildeten Oktaëder von arseniger Säure an, und hatte nicht, wie die meisten dieser Krystalle Risse und Sprünge, sondern war vollkommen eben und wasserhell durchsichtig. Der Krystall hatte sich auf krystallisirtem Arsenikmetall durch Oxydation gebildet.

An einem zweiten Krystalle waren nur zwei Seiten scharf begrenzt, und ihre Messung gab:

$a = 783\cdot62$ rechts und $a' = 784\cdot80$ links,
$b = 789\cdot00$ „ „ $b'' = 788\cdot10$ „

das Mittel $a = 784\cdot21$
„ „ $b = 788\cdot55$

Die Seiten sollten gleich sein, allein sie differiren um

$$\Delta a = 4\cdot34 \text{ oder } 0\,\%\,56$$

der ganzen Länge, also nahe eben so, wie im ersten Beispiele.

Diese Beispiele werden hinreichen, um zu zeigen, dass selbst bei der schwächsten der angewendeten Vergrösserungen, nämlich 60mal linear, die Messung der Seitenlängen mit einer durch die Fehler der Einstellung in eine horizontale Ebene nur ganz unmerklich afficirten Genauigkeit vor sich gehen, die sich bei Anwendung stärkerer

Vergrösserungen und bei kleinen Krystallen eher steigert als verringert.

Diese Methode ist daher besonders für Messungen zu empfehlen, wo Krystalle ohne spiegelnde Flächen, von geringer Grösse, oder solche Substanzen gemessen werden sollen, welche nur selten in grossen Exemplaren zu haben sind, weil die kleinsten Krystalle hier ebenso verwerthet werden können, als die grössten, ja sogar für die Messungen tauglicher sind, als grosse.

Da nur eine indirecte Bestimmung der ebenen Winkel durch das Mikroskop, und nicht eine Messung durch Drehung stattfindet, so hat hier begreiflicherweise die Excentricität des Durchkreuzungspunktes der Fäden keinen Einfluss auf das Beobachtungsresultat.

Da ferner das Ocular nicht berührt wird, sondern nur sanfte Drehungen am Objectivtischchen geschehen, so ist diese Methode für die Beobachtung sehr bequem und der Krystall vor Erschütterungen und Verrückung sichergestellt; das Tischchen kann sehr kleine Dimensionen haben, und die Schraube allein bestimmt das Mass der Genauigkeit, welche man hier erzielen kann, zugleich mit der Kraft des Instrumentes selbst.

Bei der Einstellung des Krystalles ist es gut, eine starke Vergrösserung so zu wählen, dass man die zu messende Fläche noch übersieht; sind alle Kanten möglichst gleich scharf sichtbar, so ist der Krystall mit seiner zu messenden Fläche sehr nahezu senkrecht zur optischen Axe; durch Drehung überzeugt man sich leicht, ob das Tischchen immer in derselben Ebene bleibt, widrigenfalls eine oder die andere Kante an Deutlichkeit verliert, woraus man leicht durch Verstellung des Mikroskopes mit der Mikrometerstellschraube auf die Richtung der Neigung schliessen kann. Ein solches Tischchen ist aber für diese Beobachtungen nicht wohl verwendbar, allein es stehen genug Mittel zu Gebote diese Drehung von einem solchen Schwanken frei zu erhalten, indem dies nur Sache einer sorgfältigen Construction der Drehungsaxe des Tischchens ist.

Um diese Methode einer scharfen Prüfung zu unterziehen, mass ich zuerst die Krystallgestalt sämmtlicher bisher als rhomboëdrisch erkannten Metalle mittelst derselben, sowohl an künstlich erzeugten, als auch an natürlichen Krystallen. Die so erhaltenen Resultate zeigten eine Übereinstimmung mit den directen Messungen am Reflexionsgoniometer, welche wenig zu wünschen übrig lässt, und doch war die Mehrzahl der Krystalle so klein, und so wenig spiegelnd, dass an einem Reflexionsgoniometer Messungen ganz unthunlich waren.

In dieser Beziehung ist die eben erwähnte Beobachtungsmethode sehr gut verwendbar, ja bei manchen Stoffen allein brauchbar, da es nie gelingt für das Goniometer verwendbare spiegelnde oder genug grosse, gut ausgebildete Krystallflächen zu erhalten, während die Kanten und Begrenzungslinien oft sehr scharf und deutlich ausgebildet hervortreten.

Endlich mass ich die Seitenlängen in den verschiedensten Lagen gegen die Ocularfäden und an verschiedenen Theilen der Mikrometerschraube, um eine Flächenänderung bei der Drehung des Tischchens oder eine Ungleichförmigkeit der Schraube zu erkennen, und durch Combination mehrfacher Beobachtungen zu eliminiren.

Allein die Abweichungen stiegen nie über 1—3 Theilstriche des Schraubenkopfes des Mikrometers, welches direct 0·0001 Wiener Zolle, durch Untertheilung noch 0·00001 angab.

Bestimmung der Krystallgestalt der rhomboëdrischen Metalle aus den ebenen Winkeln der Begrenzungsfläche.

Die meisten rhomboëdrischen Metalle zeigen ein Hauptrhomboëder R und ein spitzeres Rhomboëder $2R'$ mit den Abstumpfungsflächen der Rhomboëderecken.

Denkt man sich ein Rhomboëder durch Flächen an den Ecken abgestumpft, so dass die Abstumpfungskanten den geneigten Diagonalen der Flächen des Rhomboëders parallel sind, so entsteht nicht wie beim Würfel an der Schnittfläche ein gleichseitiges, sondern ein gleichschenkeliges Dreieck. Nur die Abstumpfungsflächen der Spitzen sind gleichseitige Dreiecke. Werden die Abstumpfungsflächen vergrössert bis zum Verschwinden der Flächen des gegebenen Rhomboëders, so entsteht eine dem Oktaëder ähnliche Gestalt, das Mittelstück eines Rhomboëders, von dessen acht Flächen zwei gleichseitige, die anderen gleichschenkelige Dreiecke sind. Da die Grundgestalt R bei den rhomboëdrisch krystallisirten Metallen in ihren Abmessungen dem Hexaëder sehr nahe steht, so hat auch die Combination $0R$ und $2R$, oder das Mittelstück des Rhomboëders die grösste Ähnlichkeit mit dem Oktaëder.

Die Seitenlinien dieses Oktaëders sind proportional den kürzeren und längeren Diagonalen der Rhomben, welche das so geschnittene Rhomboëder begrenzen.

Misst man die Seiten dieser gleichschenkeligen Dreiecke, deren Seiten entweder: a, a, b oder a, b, b sind, wo wir immer $a > b$ setzen wollen, so ist:

$$\frac{a}{2} : \frac{b}{2} = \cos\alpha : \sin\alpha$$

$$\frac{b}{a} = \operatorname{tg}\alpha \tag{1}$$

wo α den halben spitzeren Winkel der Rhomben bedeutet.

Misst man hingegen die Diagonalen d, d' der Rhomben unmittelbar, so findet man gleichfalls:

$$\frac{d'}{d} = \frac{b}{a} = \operatorname{tg}\alpha. \tag{2}$$

Misst man eine Seite und eine Diagonale, so ist:

$$\left.\begin{aligned} l : b &= l : \frac{d'}{2} = 1 : \sin\alpha \text{ oder } \sin\alpha = \frac{d'}{2l} \\ l : a &= l : \frac{d}{2} = 1 : \cos\alpha \quad \text{„} \quad \cos\alpha = \frac{d}{2l} \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

Man wendet eine oder die andere dieser drei Methoden der Messung, je nach Beschaffenheit der Krystalle, an.

Um den Einfluss der Messungsfehler in den Seitenlängen zu erkennen, differenciirt man die Gleichungen 1. und 3. nach α und a oder b; da man in beiden Längen offenbar gleich sehr fehlen kann, also $da = db$ gesetzt werden darf, so ergibt sich:

$$\frac{a-b}{a^2} = \left(\frac{d\alpha}{da}\right)\cos^{-2}\alpha = \left(\frac{d\alpha}{da}\right)(1 + tg^2\,\alpha),$$

woraus:

$$\frac{a-b}{a^2+b^2} = \left(\frac{d\alpha}{da}\right). \tag{4}$$

Da die Winkel sehr nahe 90^0 sind, so ist $b = a$, und man findet mit sehr grosser Annäherung:

$$\frac{a-b}{2a^2} = \left(\frac{d\alpha}{da}\right).$$

Da die Differenz $a-b$ für dieselbe Substanz nahezu constant bleibt, so ist wegen:

$$\left(1 - \frac{b}{a}\right)\frac{1}{2a} = \left(\frac{d\alpha}{da}\right)$$

der Differentialquotient sehr nahezu der Länge der gemessenen Seite umgekehrt proportional, die Beobachtung wird sonach um so genauere Winkelwerthe geben, je grösser die Begrenzungslinien der Flächen, also diese selbst sind, was auch in der Natur der Sache liegt.

Das Gewicht der Beobachtung g ist also um so grösser, je kleiner der Differentialquotient $\left(\frac{d\alpha}{da}\right)$ wird, d. h.

$$g = \frac{2a}{1 - \frac{b}{a}} = 2a\left(1 + \frac{b}{a}\right)$$

oder mit hinreichender Genauigkeit:

$$g = 2a$$

Also sind die relativen Gewichte der Beobachtungen:

$$g : g' : g'' \ . \ . \ . = a : a' : a'' \ . \ . \ .$$

der Länge der gemessenen Seiten proportional.

Um die Beobachtungsfehler auf ein Minimum zu bringen, berechnete ich für jeden Körper zuerst aus den Seitenlängen oder Diagonalen der Rhomben den halben ebenen Winkel, aus diesen Winkelwerthen nach der Methode der kleinsten Quadrate mit den (wie oben) bestimmten Gewichten den wahrscheinlichsten Werth desselben, und aus diesem nach den bekannten Formeln für das rhomboëdrische System:

$$\cos\alpha = \frac{1}{2\sin A}; \text{ oder } \sin A = \frac{1}{2\cos\alpha} \tag{10}$$

den halben Kantenwinkel des Hauptrhomboëder R mit dem Winkel $2A$.

Endlich ergibt sich das Axenverhältniss c aus der Formel:

$$\cos 2A = \frac{2c^2 - 3}{4c^2 + 3}, \text{ oder } c = \sqrt{\frac{3}{2}\,\frac{(1 + \cos 2A)}{1 - 2\cos 2A}} \tag{11}$$

Führt man den Hilfswinkel x so ein, dass man setzt:

$$1 - 2\cos 2A = \sin^2 x, \text{ so ist:} \tag{12}$$

$$\cos^2 x = 2\cos 2A \tag{13}$$

$$\cos x = \sqrt{2\cos 2A}, \tag{14}$$

woraus sich x leicht bestimmen lässt, wenn man $2A$ bereits kennt, und es ist:

$$c = \sqrt{\frac{3}{2} \cdot \frac{1 + \cos 2A}{\sin 2x}} = \sqrt{\frac{3 \cos^2 A}{\sin^2 x}}$$

$$c = \frac{\cos A}{\sin x} \sqrt{3} \quad . \quad . \quad . \qquad (15)$$

Nach den Formeln 1 und 3 findet man die Winkel α, mittelst der Proportion $g:g' = a:a'$, und der Gleichung:

$$\frac{\Sigma(\alpha g^2)}{\Sigma(g^2)} = \alpha_0$$

den wahrscheinlichsten Werth des Winkels des Rhombus, endlich mittelst der Gleichung 10 den halben Neigungswinkel am Hauptrhomboëder, und mittelst 14 und 16 das Axenverhältniss des Rhomboëders.

1. Tellur.

Nach G. Rose sind die durch Schmelzung erhaltenen kleinen Krystalle Rhomboëder, an denen nur das Hauptrhomboëder R ausgebildet ist, während die aus Tellurammonium erhaltenen Krystalle mikroskopische, glänzende dreiseitige Flächen, wahrscheinlich Endflächen des Rhomboëders R zeigen. Die aus Tellurkalium erhaltenen sind nadelförmige Prismen combinirt mit einem spitzeren Rhomboëder $2R$ von 71° 50′ — 57′. Das gediegen Tellur zeigt die Pyramide mit dem Winkel 130° 28′ und die Endfläche.

Die von mir beobachteten Krystalle waren künstliche durch Schmelzung erhaltene und im k. k. Münzprobiramte erzeugte Krystalle, welche ich der besonderen Güte des Herrn Directors Lill von Lilienbach verdanke.

Die Krystalle waren, wie es bei dem Antimon häufig vorkommt, in einander geschachtelt mit tiefen Rinnen und Furchen parallel den Kanten der Rhomboëder; Abstumpfungen zur Endfläche finden sich selten, bei einer grossen Anzahl von Krystallindividuen fand ich nur zwei deutlich ausgebildete vor. Die Spaltungsflächen parallel der Endfläche sind nur schwer rein zu erhalten, während sie z. B. bei Arsenik so ausserordentlich leicht zu erhalten sind, so, wie bei dem Antimon, zeigt sich parallel den Spaltungsflächen eine, sehr scharf begrenzte, Dreiecke bildende Streifung der Metalloberfläche.

a) Eine scharf begrenzte Abstumpfungsfläche gab am Mikrometer folgende Längen bei 60maliger Vergrösserung gemessen, und in Theilstrichen des Schraubenkopfes ausgedrückt:

$$a = 346{\cdot}0 \qquad a = b = 346{\cdot}3 \text{ im Mittel:}$$
$$b = 346{\cdot}6 \qquad c = 361{\cdot}5$$
$$c = 361{\cdot}5 \qquad \alpha = 43^\circ\, 46'\, 11''$$

b) Eine zweite Abstumpfungsfläche zeigte bei 115mäliger Vergrösserung:

$$a = 166{\cdot}9 \qquad a = b = 168{\cdot}0 \text{ im Mittel,}$$
$$b = 169{\cdot}1 \qquad c = 181{\cdot}0$$
$$c = 181{\cdot}0 \qquad \alpha = 43^\circ\, 1'\, 9''$$

Da bei verschiedenen Vergrösserungen offenbar die Sicherheit der Messung mit derselben zunimmt, so sind die Gewichte proportional zu setzen dem Producte:

ma der Vergrösserung und der Länge,

woraus sich ergibt:

$$g_a = 2{\cdot}186$$
$$g_b = 2{\cdot}082$$

c) Endlich gab eine dritte, weniger scharf begrenzte Fläche:

$$a = 29{\cdot}0 \qquad a = b = 29{\cdot}2 \qquad m = 60$$
$$b = 29{\cdot}4 \qquad c = 30{\cdot}4$$
$$c = 30{\cdot}4 \qquad g_c = 0{\cdot}18 \qquad \alpha = 43^\circ\, 50'\, 42''$$

Diese drei Beobachtungen geben:

$$a)\ 43^\circ{\cdot}7700 \times 4{\cdot}77 = 208^\circ{\cdot}783 \qquad \alpha = 43^\circ 24'\ 7''{\cdot}2$$
$$b)\ 43{\cdot}0175 \times 4{\cdot}34 = 186{\cdot}696 \qquad 2A = 86\ 58\ 22{\cdot}5$$
$$c)\ 43{\cdot}8467 \times 0{\cdot}03 = 1{\cdot}215$$
$$\frac{\Sigma\,(\alpha g^2) = 396{\cdot}694}{\Sigma\,(g^2) = 9{\cdot}14} = 43^\circ{\cdot}402.$$

Messungen der Begrenzungslinien der Rhomben und einer Diagonale ergaben bei 60maliger Vergrösserung:

a) $a = 54{\cdot}2$ im Mittel aus vier Beobachtungen
$d = 79{\cdot}0; \quad \alpha = 43^\circ\ 12'\ 56''; \quad g_a = 1{\cdot}918$
b) $a = 93{\cdot}1$
$d = 135{\cdot}0; \quad \alpha = 43\ \ 31\ \ 44\ ; \quad g_b = 3{\cdot}184$
c) $a = 30{\cdot}2$
$d = 45{\cdot}3; \quad \alpha = 41\ \ 24\ \ 37\ ; \quad g_c = 1{\cdot}057$
d) $a = 20{\cdot}2$
$d = 30{\cdot}4; \quad \alpha = 41\ \ 54\ \ 50\ ; \quad g_d = 0{\cdot}707.$

a) $43^{\circ}2156 \times 3 \cdot 678 = 188^{\circ}947$			$\alpha = 43^{\circ}\ 14'\ 38''4$		
b) $43 \cdot 5289 \times 10 \cdot 138 = 441 \cdot 296$			$2A = 86\ \ 41\ \ 28$		
c) $41 \cdot 4117 \times 1 \cdot 117 = 46 \cdot 257$					
d) $41 \cdot 9139 \times 0 \cdot 544 = 22 \cdot 802$					

$$\Sigma(\alpha g) = 669 \cdot 302$$

$$\Sigma(g^2) = 15 \cdot 477.$$

Das Mittel aus beiden Beobachtungsreihen ergibt:

$$2A = 86^{\circ}\ 49'\ 55''25.$$

G. Rose fand an R:

$$2A = 86^{\circ}\ 57'.$$

Der Unterschied ist somit nur: $-\ 0^{\circ}\ 7'\ 4''75$.

Der Unterschied für den aus den Abstumpfungsflächen abgeleiteten Werth von $2A$ ist:

$$+\ 0^{\circ}\ 1'\ 22''5$$

Für den Werth von $2A$ aus den Rhombenflächen abgeleitet:

$$-\ 0^{\circ}\ 6'\ 32''.$$

Letzterer Unterschied ist beträchtlich grösser, was wohl daraus sich erklärt, dass die Ecken der Rhomboëder nie so scharf erscheinen als die Ecken ihrer Abstumpfungs- und Theilungsflächen.

Die Axenverhältnisse des Tellurs berechnen sich nach den Formeln 14 und 15, aus:

a)	$2A = 86^{\circ}58'22''5$,	zu $x = 71^{\circ}\ 1'50''$	$a : c = 1 : 1 \cdot 32883$
b)	$2A' = 86\ 41\ 28$	„ $x' = 70\ \ 6\ \ 0$	$a' : c' = 1 : 1 \cdot 33943$
c)	$2A'' = 86\ 49\ 55 \cdot 25$	„ $x'' = 70\ 20\ 50$	$a'' : c'' = 1 : 1 \cdot 33595$

G. Rose fand für Tellur das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 1 \cdot 3298.$$

Der mittlere Werth *c)* gerechnet aus beiden Beobachtungsreihen gibt:

$$a : c = 1 : 1 \cdot 33595$$

mit einer Differenz von: $\triangle c = +\ 0 \cdot 00615$.

Eine so unbedeutende Differenz ist aber theils durch unvermeidliche Beobachtungsfehler, Unvollkommenheiten der Krystalle, und endlich vielleicht auch noch durch die nicht vollständige Reinheit der untersuchten Substanz erklärlich, da wohl aus der Beimischung anderer isomorphen Metalle, ähnlich wie bei den Carbonspathen geringe Variationen in den Endkantenwinkeln entstehen können.

So ist z. B. der Endkantenwinkel der isomorphen Mischung von kohlensauerer Kalkmagnesia das arithmetische Mittel der Winkel des Kalk- und Magnesiaspathes, ähnlich dürfte es sich bei den isomorphen Mischungen der rhomboëdrischen Metalle verhalten. Ein Gegenstand der jedenfalls einer eingehenden Untersuchung werth wäre.

2. Arsenik.

Das untersuchte Arsenik war krystallinisch auf Herdschlacken bei der Bereitung von Nickelspeise gebildet, und zeigte das Hauptrhomboëder R mit sehr stark entwickelter Endfläche. Die Oberfläche der Krystalle war grünbraun angelaufen und irisirend, die Flächen sehr scharf begrenzt.

Künstliche Spaltungsflächen konnten sehr rein und scharf begrenzt erhalten werden. Der Durchgang der Spaltungsrichtungen an der Metalloberfläche kenntlich.

Die Messungen ergaben bei 28maliger Vergrösserung:

a) $a = 433 \cdot 0$	im Mittel: $a = b = 431 \cdot 75$		
$b = 430 \cdot 5$	$c = 399 \cdot 6$		
$c = 399 \cdot 6$	$\alpha = 42^\circ 47' 7''$		$g_\alpha = 8 \cdot 33$
b) $a = 337 \cdot 0$	im Mittel: $a = b = 335 \cdot 60$		
$b = 334 \cdot 0$	$c = 306 \cdot 0$		
$c = 306 \cdot 0$	$\alpha = 42^\circ 22' 40''$		$g_\prime = 6 \cdot 41$

Es ist sonach:

$$\begin{array}{rcl@{\qquad}rcl} \alpha g^2 & = & 2968^\circ 873 & g^2 & = & 69 \cdot 39 \\ \alpha g_\prime{}^2 & = & 1740 \cdot 900 & g_\prime{}^2 & = & 41 \cdot 08 \\ \hline \Sigma(\alpha g^2) & = & 4709 \cdot 773 & \Sigma(g^2) & = & 110 \cdot 47 \end{array}$$

$$\alpha = 42^\circ\, 37'\, 39''$$
$$2\alpha = 85 \quad 37 \quad 26$$

Durch eine scharfe Klinge erzeugte Spaltungsflächen parallel der Fläche c ergaben:

a') $a = 351 \cdot 25$ der Tisch gedreht um 180°:	$a = 348 \cdot 1$	$\Delta a = 3 \cdot 15$
$b = 354 \cdot 00$	$b = 352 \cdot 7$	$\Delta b = 1 \cdot 30$
$c = 326 \cdot 85$	$c = 325 \cdot 5$	$\Delta c = 1 \cdot 35$

Diese so äusserst geringen Fehler von 1 — $^1/_3$ Proc. der ganzen Seitenlänge zeigen, dass die Lage der Flächennormale des Krystalles, also auch die Fläche des Tischchens im Drehen keine Änderung erfahren hat, und um so mehr, wenn man bedenkt, dass darin auch noch die Fehler der Einstellung an dem Faden enthalten sind.

Das Mittel beider Ablesungen gibt:

$a = 350 \cdot 20$, im Mittel:	$a = b = 351 \cdot 78$
$b = 353 \cdot 35$	$c = 328 \cdot 20$
$c = 328 \cdot 20$	$\alpha = 43^\circ\, 0'\, 51''6$

$b')$ $a = 78 \cdot 5$; im Mittel: $a = b = 77 \cdot 0$
$b = 75 \cdot 5$ $c = 85 \cdot 0$
$c = 85 \cdot 0$ $\alpha = 42^\circ 25' 37''0$

Das arithmetische Mittel ist:

$$\alpha = 42^\circ\ 43'\ 14''3,$$

woraus:

$$2A = 85^\circ\ 34'\ 58''.$$

Das Mittel beider Beobachtungsreihen gibt:

$$2A_0 = 85^\circ\ 36'\ 12''.$$

G. Rose fand $2A = 85^\circ 4'$; Breithaupt fand: $2A = 85^\circ 26'$.

Aus dem obigen Werthe für $2A_0$ berechnet sich das Axenverhältniss:

$$2A_0 = 85^\circ 36' 12'' \quad x = 66^\circ 56' 58'' \quad a : c = 1 : 1 \cdot 3811.$$

Nach Rose ist das Axenverhältniss: $a : c = 1 : 1 \cdot 4025$. Nach Breithaupt's Messung ist: $a : c = 1 : 1 \cdot 3878$. Die Differenz: $\Delta c = 0 \cdot 0067 \ldots 0 \cdot 0214$, ist für die Rose'sche Messung nahezu dreimal so gross, als für die von Breithaupt.

Auf den beobachteten Krystallen des Arseniks hatten sich kleine sehr vollkommen ausgebildete Oktaëder von arseniger Säure gebildet, vollkommen wasserhell und durchsichtig.

Die Oktaëder sind reguläre; ich mass nun zur Prüfung der Methode eine höchst scharf und vollkommen ausgebildete Oktaëderfläche bei verschiedener Vergrösserung, nämlich 60 und 115maliger ohne einen merklichen Unterschied der Seitenlängen zu finden, eben so mass ich jede Seite in der ihrer ersten Lage gegen das Fadenkreuz entgegengesetzten, um mich von der Unveränderlichkeit der Lage der Fläche und also auch des Tischchens, während der Drehung zu überzeugen.

So fand ich in der ersten Lage:

$a = 59 \cdot 5$
$b = 60 \cdot 5$; im Mittel: $a = b = c = 60 \cdot 06 \ldots$
$c = 60 \cdot 2$

In der zweiten Lage erhielt ich:

$a = 60 \cdot 3$
$b = 60 \cdot 9$; im Mittel: $a = b = c = 60 \cdot 66 \ldots$
$c = 60 \cdot 8$

Diese Werthe weichen so ausserordentlich wenig von einander ab, dass man sowohl die Flächenlage als unverändert, als auch die

Seitenlängen als absolut gleich betrachten muss. Die ebenen Winkel sind sonach 60° und die Neigungswinkel 109° 28′.

3. Wismuth.

Die beobachteten Krystalle waren künstlich durch Schmelzung und langsames Erkalten erhalten, sie sind sämmtlich Rhomboëder *R*, und nur sehr wenige zeigen auch noch die Endfläche.

An einem ziemlich scharf ausgebildeten Individuum beobachtete ich bei 60maliger Vergrösserung:

$$
\begin{array}{llll}
a)\ a = 1334 \cdot 0 & & & \\
\ b = 1286 \cdot 8; & \text{im Mittel: } b = c = 1273 \cdot 4 & & \\
\ c = 1260 \cdot 0 & \alpha = 43^\circ 48' 11'' & g_n = 2 \cdot 535 & \\
b)\ a = 162 \cdot 0 & & & \\
\ b = 155 \cdot 6; & \text{im Mittel: } b = c = 155 \cdot 8 & & \\
\ c = 156 \cdot 0 & \alpha = 43^\circ 53' \ 4'' & g_b = 0 \cdot 318 &
\end{array}
$$

$$\Sigma\,(\alpha g^2) = (43^\circ 48' 11'') \times 6 \cdot 426 + (43^\circ 53' 4'') \times 0 \cdot 101$$

$$\Sigma\,(g^2) = 6 \cdot 426 + 0 \cdot 101 = 6 \cdot 527$$

$$\alpha = 43^\circ 48' 15'' \quad . \ . \ . \quad A = 43^\circ 51' 8''$$

Der Winkel des Rhomboëders ist also:

$$2A = 87^\circ \ 42' \ 16''.$$

G. Rose fand 87° 40′, woraus das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 1 \cdot 3035.$$

Die obigen Beobachtungsresultate ergaben:

$$2A = 87^\circ 42' 16'' x = 73^\circ 34' 31'' \quad a : c = 1 : 1 \cdot 3021.$$

$$\Delta c = -\ 0 \cdot 0014$$

$$\Delta 2A = 0^\circ \ 2' \ 16''.$$

Die Differenzen sind sehr gering, und nur desswegen in dem Axenverhältnisse merklich, weil sich dieses in der Nähe von 90° sehr rasch ändert.

4. Antimon.

Das Antimon war theils gediegen Antimon, theils künstlich krystallisirtes.

Das gediegen Antimon zeigte sehr schöne, scharf begrenzte Spaltungsflächen, stellenweise ist die irisirende Oberfläche des Metalles von schönen Dreiecken mit parallel gestellten Seiten bedeckt, welche selbst wieder häufig durch parallele Striche in kleinere getheilt erscheinen.

Das künstich krystallisirte Antimon besteht aus einer grossen Anzahl in einander geschobener Rhomboëder, nur wenige Krystalle zeigen die Endfläche. Die Rhomboëder selbst sind an den Kanten zwar scharf ausgebildet, aber meist unganz, so dass ebenfalls nur bei wenigen Individuen eine Messung der Diagonale und Seitenkante thunlich war.

I. Beobachtungen an gediegenem Antimon.

a) Die Seitenlängen waren bei 60maliger Vergrösserung:

$a = 208\cdot8$ in der 1. Lage,	in der 2. Lage:	$a = 207\cdot9$	$\Delta a = 0\cdot9$
$b = 202\cdot8$		$b = 206\cdot6$	$\Delta b = 3\cdot8$
$c = 133\cdot9$		$c = 190\cdot9$	$\Delta c = 3\cdot0$

Das Mittel ergab:

	$a = 208\cdot35$	$a = b = 206\cdot525$	
	$b = 204\cdot70$	$c = 192\cdot40$	
	$c = 192\cdot40$	$\alpha = 44°\ 1'15''$	$g = 3\cdot90$
b)	$a = 506\cdot6$	$a = b = 504\cdot5$	
	$b = 502\cdot4$	$c = 484\cdot5$	
	$c = 484\cdot5$	$\alpha = 43°51'10''$	$g = 9\cdot83$
c)	$a = 799\cdot0$	$a = b = 797\cdot25$	
	$b = 795\cdot5$	$c = 749\cdot60$	
	$c = 749\cdot6$	$\alpha = 43°14'\ 8''$	$g = 15\cdot46$
d)	$a = 317\cdot4$	$a = b = 318\cdot35$	
	$b = 319\cdot3$	$c = 333\cdot30$	
	$c = 333\cdot3$	$\alpha = 43°41'\ 9''$	$g = 6\cdot24$
e)	$a = 97\cdot0$	$a = b = 97\cdot65$	
	$b = 98\cdot3$	$c = 104\cdot50$	
	$c = 104\cdot5$	$\alpha = 43°\ 3'10''$	$g = 1\cdot89$
f)	$a = 83\cdot0$	$b = c = 78\cdot7$	
	$b = 79\cdot7$	$a = 83\cdot0$	
	$c = 77\cdot7$	$\alpha = 43°28'36''$	$g = 1\cdot60$

Dies gibt für

a) $44°0180 \times 14\cdot21 = 625°49$
b) $43\cdot8503 \times 96\cdot62 = 4236\cdot82$
c) $43\cdot2336 \times 230\cdot01 = 10333\cdot33$
d) $43\cdot6858 \times 38\cdot94 = 1701\cdot14$
e) $43\cdot0528 \times 3\cdot57 = 153\cdot70$
f) $43\cdot4767 \times 2\cdot56 = 111\cdot30$

$$\Sigma(\alpha g^2) = 17161\cdot78\,;\ \Sigma(g^2) = 394\cdot91$$
$$\alpha = 43°\ 28'\ 2''\!\cdot8,$$

woraus

$$2A = 87°\ 6'\ 10''\!\cdot8.$$

Das blosse arithmetische Mittel würde für:

$$\alpha = 43^\circ\ 33'\ 13'', \qquad 2A = 87^\circ\ 14'\ 38''$$

ergeben.

II. Beobachtungen an künstlichen Krystallen.

Die Abstumpfungsflächen sind sehr selten; zwei Messungen gaben:

$$\begin{array}{llll}
a') & a = 68\cdot4 \text{ ; im Mittel:} & a = b = 68\cdot45 & g = 1\cdot335 \\
 & b = 68\cdot5 & c = 64\cdot75 & \\
 & c = 64\cdot75 & \alpha = 43^\circ\ 24'\ 32'' & \\
b') & a = 100\cdot7 & a = b = 100\cdot4 & g = 1\cdot958 \\
 & b = 100\cdot1 & c = 95\cdot2 & \\
 & c = 95\cdot2 & \alpha = 43^\circ\ 28'\ 38'' &
\end{array}$$

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{array}{rl}
43\cdot4772 \times 3\cdot825 = & 166^\circ310 \\
43\cdot4090 \times 1\cdot782 = & \underline{77\cdot355} \\
\Sigma(ag^2) = & 243\cdot665 \\
\Sigma(g^2) = & 5\cdot607 \quad \alpha = 43^\circ\ 27'\ 25''2.
\end{array}$$

Hieraus folgt der Kantenwinkel: $2A = 87^\circ\ 4'\ 18''$.

Das Antimon hat nach G. Rose einen Kantenwinkel von 87° 35′, nach Mohs: 87° 39′, nach Marx: 87° 28′. — Die Abweichung von 0° 14′ . . . 0° 34′ ist ziemlich beträchlich, sie ist grösser bei den künstlich erzeugten, als bei den natürlichen Krystallen. Das erstere enthält einer qualitativen Analyse zu Folge ziemlich viel Eisen und etwas Blei, das natürliche Antimon wurde nicht untersucht.

Das Mittel der aus der Beobachtung der natürlichen und künstlichen Krystalle berechneten Winkel gibt:

$$2A = 87^\circ\ 12'\ 35''5 \quad x = 72^\circ 33' 37'' \quad a : c = 1 : 1\cdot31214.$$

G. Rose gibt das Axenverhältniss zu $a:c = 1 : 1\cdot3068$ an, also differiren dieselben um: $\triangle c = 0\cdot00534$.

Man kann diese Übereinstimmung als eine ganz genügende betrachten, da diese kleinen Differenzen durch die Beobachtungsfehler, wie sie auch beim Reflexionsgoniometer nicht kleiner sind, und durch fremde Beimischungen erklärlich erscheinen.

5. Zink.

Das Zink krystallisirt nach G. Rose im rhomboëdrischen System, und die von Nicklès beobachteten Pentagon-Dodekaëder sind nach ihm eine Täuschung, entstanden durch eine polyëdrische Anhäufung von Krystallen nach verschiedenen Richtungen. Die oft sichtbaren fünfseitigen Flächen sind nach ihm daher keine Krystallflächen, vielmehr haben die bei dem Hüttenprocesse sich bildenden Krystalle die Gestalt von regulär sechsseitigen Prismen mit stark gestreiften und gekrümmten Seitenflächen und matten Endflächen. Die Endkanten sind abgestumpft durch sehr schmale Flächen, welche nach G. Rose gegen die Endfläc he 110° 30′— 111° 50′ neigen. Die Krystalle sind nach der Endfläche spaltbar.

Beim Arsenik ist die Neigung	$r : c$	$= 121°42'$
	$\frac{3}{2} r' : c$	$= 112\ 24$
„ Tellur „ „ „	$r : c$	$= 123\ \ 4$
	$r : c$	$= 110\ 36$
„ Antimon „ „ „	$r : c$	$= 123\ 32$
„ Wismuth „ „ „	$r : c$	$= 123\ 36$
	$^2r' : c$	$= 108\ 23$

Dieser Zusammenstellung zu Folge würde das Zink, wenn man das Mittel beider Angaben nimmt, mit der Neigung am Dihexaëder von 111° 10′ in der Nähe des Arseniks seiner Krystallgestalt nach stehen.

Es gelingt zwar nur schwierig reine Spaltungsflächen zu erhalten, allein es gelang mir an sehr reinem, zweimal in Wasserstoffgase destillirtem Zinke, auf frischen Bruchflächen gut begrenzte dreieckige Spaltungsflächen wahrzunehmen, die ganz so wie beim Antimon und Arsenik aus einer grossen Anzahl von über und neben einander gelagerten mit ihren Seiten sich parallel laufenden Dreiecken bestanden. Nimmt man nun an, dass das Zink rhomboëdrisch, und wie Antimon und Arsen spaltbar sei, so geben die Abmessungen dieser Dreiecke nach den oben entwickelten Formeln den Winkel der begrenzenden Rhomben, und daraus erhält man dann die Neigung der Rhombenflächen gegen einander.

Zwei an wohl begrenzten Spaltflächen gemachte Messungen ergaben bei 115maliger Vergrösserung die Seitenlängen:

a) $a = 87\cdot5$; im Mittel:	$a = b = 87\cdot0$	$g = 1\cdot026$
$b = 86\cdot5$	$c = 102\cdot6$	
$c = 102\cdot6$	$\alpha = 40° 57' 6''$	
b) $a = 83\cdot8$; im Mittel:	$a = b = 86\cdot5$	$g = 1\cdot009$
$b = 89\cdot15$	$c = 100\cdot9$	
$c = 100\cdot9$	$\alpha = 40° 36' 21''$	

Hieraus ergibt sich nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$\alpha = 40° 46' 55'' \text{ und } 2A = 82° 39' 8''$$

Das arithmetische Mittel gibt:

$$\alpha = 40^\circ\ 46'\ 44''\ \text{und}\ 2A = 82^\circ\ 39'\ 0''.$$

Aus diesen Werthen für den Kantenwinkel folgt:

$$2A = 82^\circ\ 39'\ 4''\quad x = 59^\circ\ 23'\ 1''\quad a : c = 1 : 1\cdot50782.$$

Das Zink steht sonach in der Reihe der rhomboëdrischen Metalle hinter dem Arsenik, und von diesem etwa um so viel im Kantenwinkel ab, als dieses von dem Tellur und Antimon, nämlich etwa $2^1/_4{}^\circ$. Wenn es gelänge vom Zinke gut ausgebildete Krystalle in der Form einer Pyramide oder eines Rhomboëders zu erhalten, würden wohl diese einen sichereren Anhaltspunkt für die Bestimmung der Krystallgestalt bieten, wie dies die Beobachtung am Antimon und künstlichen Spaltflächen, eben so auch beim Arsenik beweisen; allein da ihre Herstellung in keiner Weise gelingen wollte, so musste ich mich auf Beobachtung der Theilungsflächen beschränken.

Der obige Kantenwinkel kann daher nur als eine angenäherte Bestimmung gelten, jedoch dürfte der Fehler nicht leicht 1° erreichen, so dass das Zink als ein neues Glied der Reihe rhomboëdrischer Metalle betrachtet werden darf; und zwar als eines der äussersten Glieder derselben.

6. Irid-Osmium.

Das Irid-Osmium, welches ich mass, verdanke ich nebst Gold, Kupfer, gediegen Antimon und Bor der Güte des Herrn Directors des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes Dr. Hörnes.

Die Krystalle sind meist abgerundet und erscheinen in Form dünner Lamellen von vollkommenem Metallglanze, nur zwei solche Lamellen zeigten deutlich begrenzte Flächen als Abstumpfungsflächen einer Rhomboëderecke erkennbar.

Bei 60maliger Vergrösserung ergab die Messung:

a)	$a = 496\cdot75$; im Mittel:	$a = 496\cdot75$	
	$b = 437\cdot26$	$b = c = 441\cdot57$	
	$c = 445\cdot88$	$\alpha = 41^\circ 42'\ 0''$	$g_a = 1\cdot065$
b)	$a = 192\cdot10$; im Mittel:	$a = 192\cdot10$; bei 250maliger Vergr.,	
	$b = 166\cdot25$	$b = c = 173\cdot80$	
	$c = 181\cdot35$	$\alpha = 42^\circ\ 8'12''$	$g_b = 1\cdot921$

Diese Werthe geben:

$$\begin{aligned} 41^\circ700 \times 1\cdot135 &= 47^\circ329 \\ 42\cdot014 \times 3\cdot690 &= 155\cdot031 \\ \hline \Sigma(\alpha g^2) &= 202\cdot360 \\ \Sigma(g^2) &= 4\cdot825 \end{aligned}\qquad \alpha = 41^\circ\ 56'\ 24'',\quad 2A = 84^\circ\ 28'\ 18''$$

G. Rose gibt an, dass das Irid-Osmium in Rhomboëdern von 84° 52′ krystallisiren mit dem Axenverhältniss $a:c = 1: 1·4105$. die obigen Winkelwerthe geben für:

$$2A = 84° 28' 18'' \quad x = 63° 57' 48'' \quad a : c = 1 : 1·42722$$
$$\Delta 2A = 0° 23' 42'' \text{ und } \Delta c = 0·01672.$$

Da keine Analyse des untersuchten Stoffes gemacht werden konnte, so ist es unsicher, ob dieselben Stoffe von G. Rose beobachtet worden, denn es gibt Irid-Osmium von der Zusammensetzung IrOs und Os_4 Ir.

Es wäre überhaupt wünschenswerth, dass genaue Analysen der beobachteten krystallisirten Körper ermöglicht wären, weil nur auf diesem Wege ein Einblick in die Abhängigkeit der Krystallgestalt von der chemischen Beschaffenheit sich erzielen liesse, wie dies Rammelsberg's Untersuchungen über die Krystallform der Carbonspathe zeigten.

Eine kurze Übersicht der Resultate obiger Messungen zeigt nun folgende wahrscheinlichsten Werthe der Kantenwinkel $2A$ des Hauptrhomboëders R, und der Verhältnisse der beiden Axen:

Metall	$2A$ an R:		Diff.	$a : c$		Diff.
	Goniometer	Mikrometer		Goniometer	Mikrom.	
Wismuth	87°40′	87°42′16″	+ 2′16″	1·3035	1·3021	—0·0014
Antimon	87 {35 / 28	87 12 34	— {22 26 / 15 26	{1·3068 / 1·3090	1·3121	{+0·0053 / 0·0031
Tellur	86 57	86 49 55	— 7 5	1·3298	1·3359	+0·0061
Arsenik	85 {4 / 26	85 36 12	{+32 12 / +10 12	{1·4025 / 1·3878	1 3811	{—0·0214 / +0·0067
Irid-Osmium .	84 52	84 28 18	— 23 42	1·4105	1·4272	+0·0167
Zink	?	82 39 4	—	—	1·5078	—

7. Kupfer.

Das Kupfer kommt gediegen und beim Hüttenprocesse in würfelförmigen und oktaëdrischen Krystallen vor. Die von mir gemessenen Krystalle waren theils gediegen Kupfer aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete, theils Krystalle von Cementkupfer aus Herrengrund.

Erstere zeigten Combinationen des Würfels mit dem Oktaëder, letztere hingegen vorherrschend das Hexaëder mit kleinen Abstumpfungsflächen der Ecken, sehr scharf begrenzte Dreieckflächen bildend.

a) Messungen am natürlichen Kupfer.

An einem sehr scharf ausgebildeten Individuum wurde bei 115 maliger Vergrösserung gemessen:

a) $a = 427 \cdot 20$; im Mittel:	$b = c = 374 \cdot 61$	
$b = 374 \cdot 60$	$a = 427 \cdot 20$	
$c = 374 \cdot 62$	$\alpha = 41° 15' 9''$	$g = 4 \cdot 27$

An demselben Individuum gab eine zweite, etwas weniger scharf begrenzte Fläche:

b) $a = 423 \cdot 80$; im Mittel:	$a = 423 \cdot 80$	
$b = 363 \cdot 10$	$b = c = 375 \cdot 05$	
$c = 387 \cdot 00$	$\alpha = 41° 30' 28''$	$g = 4 \cdot 24$

An einem Individuum, das einen von allen Seiten frei liegenden nur an einer Ecke etwas abgestumpften gut begrenzten Würfel darstellte, gab die Messung einer Seitenkante (a) und einer Diagonale (b) zwischen den nicht abgestumpften Ecken:

c) $a = 73 \cdot 13$		
$b = 99 \cdot 40$	$\alpha = 42° 49' 27''$	$g = 0 \cdot 994$

Eine kleine Abstumpfungsfläche eines Eckes gab:

d) $a = 50 \cdot 42$;	$a = 50 \cdot 42$	
$b = 56 \cdot 00$	$b = c = 58 \cdot 93$	
$c = 61 \cdot 85$	$\alpha = 40° 42' 21''$	$g = 0 \cdot 691$

Diese Beobachtungen ergaben:

$$
\begin{aligned}
41{^\circ}252 \times 18 \cdot 13 &= 747 \cdot 899 \\
41 \cdot 508 \times 17 \cdot 98 &= 738 \cdot 313 \\
42 \cdot 826 \times 0 \cdot 987 &= 42 \cdot 269 \\
40 \cdot 706 \times 0 \cdot 328 &= 15 \cdot 548 \\
\Sigma(\alpha g^2) &= 1544 \cdot 029 \qquad \alpha = 41° \; 15' \; 29'' \\
\Sigma(g^2) &= 37 \cdot 425 \qquad 2A = 83 \;\; 22 \;\; 58
\end{aligned}
$$

B. Eine ziemlich scharf begrenzte Abstumpfungsfläche des Hexaëders am Cementkupfer gab:

$a = 184 \cdot 13$	$a = b = 180 \cdot 43$	
$b = 176 \cdot 72$	$c = 152 \cdot 20$	
$c = 152 \cdot 20$	$\alpha = 40° 35' 9''$	$g = 1 \cdot 80$

$$\alpha g^2 = 40 \cdot 586 \times 3 \cdot 22 = 134 \cdot 746.$$

Diese Beobachtung mit den vorangehenden combinirt, gibt:

$$\alpha = 41° \; 18' \; 12'' \text{ und } 2A = 83° \; 56' \; 3''.$$

Mit diesem Werthe ergibt sich für:

$$2A = 83° \; 56' \; 3''; \quad x = 62° \; 37' \; 52''; \quad a : c = 1 : 1 \cdot 45015.$$

Das Kupfer krystallisirt demnach nicht im regulären System, sondern in Rhomboëdern mit dem Kantenwinkel von nahezu 84°. Es reiht sich sonach der Gruppe der rhomboëdrischen Metalle so an, dass es seine Stelle zwischen Zink und Irid-Osmium einnimmt.

Beobachtungen über die Krystallgestalt des Kupfers, namentlich aber genaue Messungen an Kupferkrystallen existiren nicht; nur Hausmann hat einige Bemerkungen über die Krystallgestalt des Bleies, Silbers und Kupfers veröffentlicht, welche beim hüttenmännischen Processe manchmal sich bilden, jedoch ist seine Angabe, dass jedesmal Oktaëder sich bilden, nicht stichhältig, indem ich selbst bis zollgrosse Kupferkrystalle gesehen, welche sich beim langsamen Erstarren des Garkupfers bildeten, und Würfel mit dem Oktaëder combinirt waren, wo letzteres aber die untergeordnete Rolle spielte. Die Abstumpfungsflächen waren meist nur schmal und stark gekrümmt.

Ebenso bildet sich bei dem langsamen Cementirungsprocesse oft eine grosse Anzahl von vollkommen scharfkantigen Hexaëdern, welche, ähnlich wie beim Antimon, in einander geschoben sind, ohne jedoch, wie die Krystalle dieses Metalles, parallel den Seitenkanten rinnenförmige Vertiefungen zeigen, endlich herrscht auch bei dem gediegen Kupfer die hexaëdrische Form vor, und erscheinen die Oktaëder meist nur untergeordnet, wenig entwickelt, und auch bei ihnen beobachtet man die Verwachsung der Krystalle, wie beim Cementkupfer.

Endlich zeigt das Mikroskop an manchen ebenen Flächen parallel laufende Streifen, welche sehr ähnlich denen bei Antimon und Arsen sind.

Bei einem einzigen Stücke krystallisirten Kupfers aus Altgebirg nächst Neusohl beobachtete ich aus der Masse des Kupfers hervorragende vollkommen ausgebildete Oktaëder bis 6‴ gross, jedoch mit sehr rauhen, unebenen, zu Messungen untauglichen Flächen.

Das Cementkupfer dürfte nahezu chemisch reines Kupfer sein, wenigstens war weder eine deutliche Reaction auf Silber noch auf Blei merklich, hingegen war etwas Eisen vorhanden, das aber von der anhängenden, Eisen haltenden Lauge, in der die Krystalle gebildet worden sind, herrühren könnte.

Die natürlichen Krystalle konnten auf einen Halt von anderen Metallen nicht untersucht werden, sie waren sichtlich durch Zersetzung von Kupferkies entstanden, und dürften wahrscheinlich aus reinem Kupfer wie das Cementkupfer bestehen.

8. Gold.

Eine eingehendere Untersuchung der Krystallgestalt des Goldes ist seit Rose's Arbeit in Pogg. Annalen, Bd. XXIII, nicht vorgenommen worden. Nach G. Rose erscheint das Gold meist in Krystallen, welche Combinationen des Oktaëders mit dem Hexaëder sind, auch als Hexaëder mit der sechsseitigen Pyramide combinirt.

Sehr häufig sind Zwillingskrystalle Combinationen des Hexaëders mit dem Oktaëder; die Neigung je zweier Oktaëderflächen beträgt nach Rose 70° 32', da $5 \times 70° \; 32' = 352° \; 40'$, so bliebe zwischen dem ersten und fünften Individuum ein Zwischenraum von 7° 20', wenn die Krystalle gleich gross wären, allein dieser Raum wurde nach Rose durch eine Zwischenlagerung kleiner Krystalle ausgefüllt. Das Silber ist nach ihm mit dem Golde isomorph.

Er hat ferner am uralischen Golde Dodekaëder beobachtet, deren Flächen Neigungen hatten, welche nur wenig von jenen abwichen, welche sie der Rechnung nach hätten haben müssen, wenn sie regulär sein sollen.

Es schien mir daher von Interesse, an gut ausgebildeten Krystallen durch mikrometrische Messungen die Krystallgestalt des Goldes neuerdings zu bestimmen.

Durch die besondere Güte des Herrn Directors des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes, dem ich hier meinen tief gefühlten Dank ausspreche, war ich in die Lage versetzt, an einer grösseren Anzahl wohl ausgebildeter Krystalle mit ganz ebenen Krystallflächen, welche fest auf zwei Stufen aufsassen, die beinahe nur aus lamellenartigem und krystallinischem Golde bestanden, Messungen vornehmen zu können.

1. Gediegen Gold Nr. 1.

Ein etwa 14''' langes, in der Mitte 6''' breites, gegen die Enden abgerundetes Plättchen von reinem Golde ohne Gangart, mit aufsitzenden Oktaëdern, mit theilweise sehr schön und scharf ausgebildeten ebenen Flächen. Die Farbe hellmessinggelb, stellenweise von einem erdigen Überzuge bedeckt. Es konnten an demselben Individuum selten mehr als zwei Flächen gemessen werden, da die anderen durch Verwachsen oder Aufsitzen auf dem lamellenartigen Golde nicht vollkommen ausgebildet erschienen. Entlehnt aus dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete.

a) An einem grossen schön gebildeten Krystalle bei 60maliger Vergrösserung:

$a = 786 \cdot 31$ $\quad$ $a = b = 786 \cdot 38$
$b = 786 \cdot 45$ $\quad$ $c = 763 \cdot 00$
$c = 763 \cdot 00$ $\quad$ $\alpha = 44° \, 8' \, 8''$; $\quad g = 7 \cdot 864$

b) An demselben Individuum wurden gemessen:

$a = 782 \cdot 00$ $\quad$ $a = b = 781 \cdot 15$
$b = 780 \cdot 30$ $\quad$ $c = 767 \cdot 50$
$c = 767 \cdot 50$ $\quad$ $\alpha = 44° \, 29' \, 42''$; $\quad g = 7 \cdot 812$

c) Ein grosser Krystall mitten aus der Goldlamelle sich erhebend, jedoch mit nur einer frei liegenden Fläche:

$a = 802 \cdot 20$ $\quad$ $a = 802 \cdot 30$
$b = 788 \cdot 00$ $\quad$ $b = c = 787 \cdot 50$
$c = 787 \cdot 00$ $\quad$ $\alpha = 44° \, 28' \, 1''$; $\quad g = 8 \cdot 023$

d) $a = 503 \cdot 30$ $\quad$ $a = b = 502 \cdot 15$
$b = 501 \cdot 00$ $\quad$ $c = 484 \cdot 40$
$c = 484 \cdot 40$ $\quad$ $\alpha = 43° \, 58' \, 9''$; $\quad g = 5 \cdot 022$

e) $a = 402 \cdot 00$ $\quad$ $a = 402 \cdot 00$
$b = 392 \cdot 50$ $\quad$ $b = c = 390 \cdot 75$
$c = 389 \cdot 00$ $\quad$ $\alpha = 44° \, 11' \, 12''$; $\quad g = 4 \cdot 020$

f) Eine Oktaëderfläche sehr eben und scharf begrenzt, bei 131maliger Vergrösserung:

$a = 164 \cdot 00$ $\quad$ $a = 164 \cdot 00$
$b = 156 \cdot 26$ $\quad$ $b = c = 156 \cdot 18$
$c = 156 \cdot 10$ $\quad$ $\alpha = 43° \, 36' \, 0''$; $\quad g = 3 \cdot 608$

g) Eine zweite Fläche an dem unter *e)* angeführten Krystalle gab bei 131maliger Vergrösserung:

$a = 402 \cdot 25$ $\quad$ $a = 402 \cdot 25$
$b = 382 \cdot 45$ $\quad$ $b = c = 381 \cdot 75$
$c = 381 \cdot 05$ $\quad$ $\alpha = 43° \, 0' \, 18''$; $\quad g = 8 \cdot 850$

h) Eine scharf begrenzte Krystallfläche gab:

$a = 174 \cdot 215$ als Mittel zweier Ablesungen, also $a = 174 \cdot 215$
$b = 163 \cdot 24$ $\quad$ $b = c = 165 \cdot 005$
$c = 166 \cdot 77$ $\quad$ $\alpha = 43° \, 26' \, 44''$; $g = 3 \cdot 832$.

2. Gediegen Gold Nr. 1146

aus van der Nüll's Sammlung dem k. k. Hof-Mineralien-Cabinete entlehnt. Fundort Vöröspatak in Siebenbürgen, blätterförmig mit aufsitzenden sehr deutlichen und scharfkantigen Oktaëdern. Gewicht der aus reinem Golde bestehenden Stufe $1/8$ Loth. Farbe ein sehr gesättigtes Goldgelb.

Die Messungen der leider durchwegs aufgewachsenen, und hie und da mit unregelmässig abgestumpften Ecken behafteten Krystalle konnte nur an je einer der frei liegenden Flächen vorgenommen werden, da die übrigen nicht in das Mikroskop eingestellt werden konnten, ohne die Krystalle selbst zu verletzen.

a) Ein sehr schöner Krystall, an dem zwei Flächen, die nicht an einander stiessen, wohlbegrenzt und so weit frei waren, um gemessen werden zu können, ergaben bei 131maliger Vergrösserung:

$a = 591 \cdot 80$ $\qquad a = 591 \cdot 80$
$b = 558 \cdot 00$ $\qquad b = c = 558 \cdot 48$
$c = 558 \cdot 95$ $\qquad \alpha = 43° \; 12' \; 26''; \; g = 5 \cdot 918.$

b) Die zweite Fläche gab:

$a = 591 \cdot 80$ $\qquad a = 591 \cdot 80$
$b = 561 \cdot 50$ $\qquad b = c = 560 \cdot 75$
$c = 560 \cdot 60$ $\qquad \alpha = 43° \; 54' \; 2''; \quad g = 5 \cdot 918.$

c) $a = 581 \cdot 80$ $\qquad a = b = 579 \cdot 05$
$b = 576 \cdot 30$ $\qquad c = 601 \cdot 50$
$c = 601 \cdot 50$ $\qquad \alpha = 43° \; 32' \; 30''; \quad g = 6 \cdot 015.$

d) Eine Fläche nur messbar, da der Krystall mit den übrigen theils aufgewachsen, theils die Enden unregelmässig abgestumpft und abgerundet erschienen.

$a = 356 \cdot 27$ $\qquad a = b = 354 \cdot 05$
$b = 351 \cdot 82$ $\qquad c = 339 \cdot 15$
$c = 339 \cdot 15$ $\qquad \alpha = 43° \; 46' \; 7''; \quad g = 3 \cdot 541.$

e) $a = 537 \cdot 67$ $\qquad a = 537 \cdot 67$
$b = 511 \cdot 45$ $\qquad b = c = 511 \cdot 33$
$c = 511 \cdot 20$ $\qquad \alpha = 43° \; 34' \; 0''; \quad g = 5 \cdot 377.$

f) $a = 563 \cdot 2$ $\qquad a = 563 \cdot 2$
$b = 547 \cdot 0$ $\qquad b = c = 547 \cdot 0$
$c = 547 \cdot 0$ $\qquad \alpha = 44° \; 9' \; 51''; \quad g = 12 \cdot 390.$

Diese Beobachtungen ergaben nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$\frac{\Sigma(ag^2)}{\Sigma(g^2)} = 44°3'22"; \quad 2A = 88°\ 10'\ 40"$$

für gediegen Gold Nr. 1.

Für gediegen Gold Nr. 1146 ist:

$$\frac{\Sigma(ag^2)}{\Sigma(g^2)} = 43°\ 56'\ 54" \text{ und } 2A = 87°\ 59'\ 16".$$

3. Gediegen Gold Nr. 4348.

Aus der Sammlung von Krystallen des k. k. Hof-Mineralien-Cabinetes, ein loser von fünf ausgebildeten Oktaëderflächen und mehreren einem Dodekaëder angehörenden Abstumpfungsflächen von untergeordneter Entwickelung gebildeter Krystall.

Von den fünf Oktäederflächen waren drei durch unregelmässige Gestaltung an den Ecken nicht gut messbar, zwei jedoch sehr scharf ausgebildet, ihre Messung ergab:

a) Oktaëderfläche zweimal gemessen, sehr scharf begrenzt:

1. $a = 441 \cdot 8$	$a = 441 \cdot 8$	
$b = 461 \cdot 4$	$b = c = 461 \cdot 3$	
$c = 461 \cdot 2$		$g = 4 \cdot 613$

2. Die Fläche wurde umgelegt, frisch aufgeklebt, und an einem anderen Schraubentheile des Mikrometers gemessen:

$c = 461 \cdot 9$	$a = 448 \cdot 20$, das Mittel beider:	$a = 445 \cdot 00$
$b = 464 \cdot 2$	$b = c = 463 \cdot 05$	$b = c = 462 \cdot 18$
$a = 448 \cdot 2$		$\alpha = 43°\ 54'\ 54"$

b) Die zweite, an die erstere anstossende Fläche erscheint durch eine schmale, dem Dodekaïd angehörige Fläche abgestumpft, und ergibt:

$$a = 444 \cdot 3$$
$$b = 430 \cdot 3$$
$$c = 435 \cdot 0$$

Dieselbe Fläche umgelegt und gemessen, ergab:

$a = 447 \cdot 8$	Mittel beider Beobachtungen:	$a = 446 \cdot 05$
$b = 431 \cdot 0$		$b = 430 \cdot 63$
$c = 431 \cdot 8$; $g = 4 \cdot 46$		$c = 433 \cdot 40$
		$\alpha = 44°\ 5'\ 7"2$

$$44°0853 \times 19 \cdot 89 = 873 \cdot 450$$
$$43 \cdot 915 \times 21 \cdot 362 = 941 \cdot 730$$
$$\Sigma(ag^2) = 1815 \cdot 180 \qquad \alpha = 44°\ 0'\ 18"0$$
$$\Sigma g^2 = 41 \cdot 252 \qquad 2A = 88\ \ 4\ \ 30 \cdot 0$$

Die gemessenen Flächen des Oktaëders entsprechen demnach nicht denen eines regulären Oktaëders, sondern sie sind statt gleichseitige nur gleichschenkelige Dreiecke.

Die ebenen Winkel der Dreiecke ergaben sich bei einigen der am schärfsten begrenzten, wie folgt:

$\alpha =$	57°	33'	20"	$\alpha =$	57°	40'	32"
$\beta =$	61	13	20	$\beta =$	61	9	44
$\gamma =$	61	13	20	$\gamma =$	61	9	44

Die Vortheile der mikrometrischen Messung der Begrenzungsflächen treten bei der Messung der krystallisirten Metalle, und namentlich des Goldes, Kupfers und Zinkes klar hervor, und namentlich bei der Unmöglichkeit gut spiegelnde Krystalle von Gold zu erhalten, stehen die Messungen mit dem Goniometer an Verlässlichkeit und Genauigkeit hinter den, durch das Mikrometer erreichbaren, zurück. Man sah daher das entscheitelte spitze Rhomboëder des Goldes für ein reguläres Oktaëder an.

Das Mittel aller Beobachtungen an den drei verschiedenen Goldstufen gibt: $2A = 88^\circ\ 4'\ 48''$, woraus das Axenverhältniss für $x = 74^\circ\ 88'\ 52''$ folgt: $a:c = 1:1\cdot28913$.

Directe Messungen des Kantenwinkels am Goniometer zwischen den zwei Oktaëderflächen an Nr. 4348 gaben:

$2B =$	110°30'0	110°20'0
	110·33·0	110·33·8
	110·40·0	110·33·4
	110°34'3	110°29'06

während für das reguläre Oktaëder der Winkel sein müsste $2B = 109^\circ\ 28'$. Rose fand die Neigung, der Leucitoidflächen zu den Oktaëderflächen an brasilianischem Golde 150° 30', die Messung an der sehr schmalen Fläche, die auch wenig spiegelte, gab mir 150° 29', während die berechnete für das reguläre Oktaëder sein musste 141° 28'1.

Übersicht der rhomboëdrischen Metalle, ihrer Kantenwinkel und ihrer Axenverhältnisse.

	$2A$	c						
Zn	82°39' 4"	1·5078	As	85°36'12"	1·3811	Bi	85°42'16"	1·3021
Cu	83 56 3	1·4502	Te	86 49 55	1·3359	Au	88 4 48	1·2891
Ir Os	84 28 18	1·4272	Sb	87 12 34	1·3121			

Diese Beobachtungsresultate lassen es deutlich erkennen, dass die ebenen Winkel der Krystallflächen durch diese Messungsmethode mit einer Genauigkeit aus den Seitenlängen abgeleitet werden können, welche beinahe nur von der grösseren oder geringeren Vollkommenheit der Ausbildung der Krystallflächen selbst bedingt erscheint, indem beide Fehlerquellen, welche der Frankenheim'schen Methode die ebenen Winkel direct zu messen, eigenthümlich sind, unschädlich gemacht erscheinen, denn die Fehlerquelle, welche aus der Horizontalstellung entspringt, wird bei der Einstellung blos einer Linie viel leichter, als dies bei der Einstellung einer Fläche zu erreichen ist, und, wie die obigen Messungen zeigen, auch mit einer Vollkommenheit umgangen, die wenig zu wünschen übrig lässt, während die zweite Fehlerquelle, nämlich die Excentricität der Drehung am Oculare, und jene des Durchkreuzungspunktes der Ocularfäden gänzlich entfällt.

Auch ist es experimentell viel leichter einen Punkt zu pointiren, als den Faden zur Coïncidenz mit einer Kante, die noch dazu häufig nicht vollkommen geradlinig ist, zu bringen.

Endlich ist die Anwendung der Schraube bei erhöhter Genauigkeit compendiöser, und in jeder Hinsicht bequemer für die Beobachtungen an Mikroskopen, als der Gebrauch eines Kreises.

Bemerkenswerth ist in der obigen Zusammenstellung der Winkel und Axenverhältnisse der rhomboëdrischen Metalle die Discontinuität derselben; aus nahe liegenden Gründen erscheint es sehr wahrscheinlich, dass dieselbe keine zufällige sei, vielmehr ihren Grund in dem Umstande haben dürfte, dass noch andere Metalle in dieser Form krystallisiren, welche bisher noch nicht bestimmt werden konnten; so nehmen z. B. mehrere Mineralogen und Krystallographen das Eisen und Chrom als rhomboëdrische Metalle an, eben so ist nach einigen das Silicium rhomboëdrisch, nach de Sénarmont aber krystallisirt es in regulären Oktaëdern.

Vom Zinke ist es durch G. Rose sicher gestellt, dass es nicht, wie Nicklès annahm, regulär, sondern in rhomboëdrischen Formen vorkömmt, nach Nöggerath in regulär sechsseitigen Prismen.

Die Schwierigkeiten, welche der Herstellung wohl ausgebildeter Krystalle der meisten Metalle sich entgegenstellen, sind so gross, dass oft nur ein glücklicher Zufall es ist, der die Bildung solcher Krystalle ermöglicht, es ist daher erklärlich, dass unsere Kenntniss der Krystallgestalten dieser chemischen Elemente noch eine so lückenhafte ist.

Es ist kaum möglich auf dem Wege der Schmelzung wohlausgebildete Krystalle zu erhalten, und es bleibt wohl nur noch der

Weg der Elektrolyse, um durch eine sehr langsame elektrolytische Ausscheidung zum Ziele zu gelangen.

Bei dem Silber, Zinne und Kupfer ist es bereits gelungen, Krystalle von messbarer Gestalt zu erhalten, bei geänderter Stromstärke dürfte es wohl auch für die schwerer reducirbaren bei Anwendung geeigneter Lösungen dieser Metalle gelingen, bestimmbare Krystalle zu erhalten.

Was die von mir angewendete Methode zur Messung der ebenen Winkel der Krystalle anlangt, so hat sie den einen, für die Messung der Krystallgestalt von Körpern so wesentlichen Vorzug, dass sie auch die kleinsten Krystalle, gleichgiltig ob mit matten gestreiften oder spiegelnden Seitenflächen, zu messen gestattet, also überall da, wo es sehr schwer hält grosse wohlausgebildete Krystalle des zu untersuchenden Körpers zu erhalten, oder keine spiegelnde und ganz glatte Flächen zu erzielen sind, allein anwendbar ist, ohne an Genauigkeit wesentlich dem Goniometer nachzustehen.

Da Gold, Silber und andere Metalle nie gutspiegelnde Krystalle geben, sondern so matte, dass es nie gelingt im reflectirten Lichte nur eine Andeutung des Fadenkreuzes oder sonst einer Marke zu sehen, so lässt das Reflexionsgoniometer eine entscheidende Messung der Krystallgestalt dieser Körper nicht zu, und desswegen wohl schrieb G. Rose die von ihm beobachteten Abweichungen der Kantenwinkel von den, der regulären Krystallform entsprechenden, den Beobachtungsfehlern zu.

Er fand z. B. für uralisches Gold in schönen Krystallen:

Neigung der Fläche am Leucitoide zu

a) den Würfelflächen	:	154° 46',	berechnet	153° 26'
b) „ Oktaëderflächen	:	150 30	„	141 28

Beim 6mal Achtflächner fand er die Neigung:

174° 19', und berechnet: 174° 49'

Für die Granatoëderflächen fand er:

164° 10', und berechnet: 164° 51'

Für die Neigung gegen die Oktaëderflächen:

143° 0', und berechnet: 144° 32'

Diese Abweichung der Kantenwinkel von denen des regulären Systemes fand ich wieder bei einem ausgezeichneten scharf ausgebildeten oktaëdrischen Krystalle von brasilianischem Golde mit Combinationen des Dodekaëders. Die Flächen gestatteten wenigstens die beiläufige Stellung des Durchkreuzungspunktes der Fäden zu schätzen, da sie ziemlich viel Licht reflectirten und recht ebene, wenn auch matte Flächen besassen.

Zum Schlusse fühle ich mich gedrungen, meinen tief gefühlten Dank Herrn Regierungsrathe A. Ritter von Ettingshausen für die mit ausgezeichneter Liberalität mir zu Gebote gestellten reichen Hilfsquellen des k. k. physikalischen Institutes, und für die Beischaffung des Fehlenden auszusprechen.