# FLORA.

№ 19.

**Regensburg.** Ausgegeben den 10. Juni. **1864.**
Mit Halbbogen 1 u. 2 des Repertoriums.

**Inhalt.** G. Holzner: Ueber die Krystalle in den Pflanzenzellen.

## Ueber die Krystalle in den Pflanzenzellen, von Gg. Holzner.

(Dazu Taf. 2).

(Schluss.)

### Krystallonomische Untersuchung.

Bei der krystallonomischen Untersuchung ist zunächst darüber zu entscheiden, ob die Krystalle, welche von den meisten Autoren für Rhomboeder gehalten worden sind, in das hexanale oder klinorhombische System gehören. Bailey und Sanio reihten sie in das letztere der genannten Systeme. Sanio gibt als Grund an, dass die Winkel an den Ecken, welche für die Scheitelecken des Rhomboeders angegeben worden sind, verschieden gross sind. Gegen diese Behauptung könnte man den Einwurf machen, dass Sanio sich habe täuschen lassen. Aber einen unumstösslichen Beweis, dass genannte Forscher richtig geurtheilt haben, liefern die Combinationen. Untersucht man mehre Krystalle aus *Cycas circinalis*, so finden sich immer einige, bei welchen zwei gegenüberliegende Kanten abgestumpft sind (Fig. 9). Es beweist dieses, dass wenigstens diese letztern Formen nicht rhomboedrisch sein können, da beim Rhomboeder mindestens drei Kanten abgestumpft sein müssten, und zwar niemals gegenüberliegende, sondern solche, die an derselben Ecke sich befinden. Dass aber die Formen ohne Abstumpfung zur gleichen Stammform gehören, sieht man an Uebergängen (Fig. 10), bei denen die eine der Abstumpfungsflächen verschwindend klein ist.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0293-4

Das microchemische Verhalten der Krystalle mit und ohne Abstumpfung ist ebenfalls gleich. — Die zweite Art der Abstumpfung beweist ebenfalls, dass die Krystalle nicht dem hexagonalen Systeme angehören. Bei den meisten Krystallen aus der Rinde von *Crataegus oxyacantha*, *Citrus medica*, *Strychnos nux vomica*, *Robinia pseudacacia* [1]) etc. (Fig. 19, 20, 22) sind an zwei gegenüberliegenden spitzen Ecken, je zwei (scharfe) Kanten abgestumpft. Sie könnan daher nicht die Scheitelecken sein, da in diesam Falle die drei Kanten dieser Ecken abgestumpft sein müssten. Wollte man aber die stumpfen Ecken (*S*) als die Scheitelecken wählen, so müsste man gegen die Gesetze der Krystallographie annehmen, dass die drei Flächen der Scheitelecken ungleichartig sind. Da aber diese Krystalle wieder neben andern, welche keine Abstumpfung haben, vorkommen, und da die beiden Arten sich microchemisch gleich verhalten, so ist kein Zweifel, dass sie wieder der gleichen Stammform angehören. Demnach sind die rhomboederähnlichen Pflanzenkrystalle keine Rhomboeder, sondern Hendyoeder, da sie fünf einzelne, nebst mehren gleichen Achsen haben.

Nachdem bewiesen ist, dass jene Pflanzenkrystalle, welche als Rhomboeder angesehen worden sind, zum klinorhombischen Systeme gezählt werden müssen, ergibt sich von selbst, dass alle in dieser Abhandlnng näher besprochenen Formen leicht von ein und derselben Stammform abgeleitet werden können. Durch Verkürzung der Hauptachse entstehen klinorhombische Tafeln (Fig. 6). Durch Abstumpfung der mittleren Seitenkanten entstehen an diesen Tafeln die klinodiagonalen Flächen (Fig. 7 u. 8). Diese Combination ist sehr häufig unter den Krystallen in *Musa paradisiaca*. In genannter Pflanze finden sich ausserdem auch grössere Krystalle (Fig. 9) und sehr häufig Hemitropien (Fig. 11 u. 16), deren Drehungsfläche die Basis ist. — Die Krystalle in *Cycas circinalis* sind klinorhombische Säulen (Fig. 5), nicht selten in Combination mit dem klinodiagonalen Flächenpaare (Fig. 9 u. 10). Hemitropien (Fig. 11) sind nicht sehr häufig [2]). — Die Krystalle in *Guajacum officinale* und *Quillaja saponaria* sind verhältnissmässig grosse Tafeln mit sehr entwickelten klinodiagonalen Flächen (Fig. 12, 13, 14, 15), wesshalb sie öfter mit rektangulären

1) Herr Hofgärtner Kolb stellte mir bereitwillig aus dem hiesigen botanischen Garten die Pflanzen zu Gebote, welche ich bei meiner Untersuchung nöthig hatte. Ich drücke hiermit für diese Freundlichkeit meinen besten Dank aus.

2) In ganz seltenen Fällen beobachtete ich auch die orthodiagonale Fläche.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0294-0

Säulen verwechselt worden sind. Noch leichter war diese Verwechslung bei den Hemitropien (Fig. 16 u. 18) möglich, welche für quadratische Oktaeder in Combination mit dem quadratischen Prisma gehalten worden sind [1]). — Bei den Krystallen in *Crataegus oxyacantha*, *Citrus medica*, *Pyrus communis*, *Strychnos nux vomica* finden sich ausser den bereits weiter oben beschriebenen Formen (Fig. 19, 20, 22) Zwillingskrystalle, deren Zusammensetzungsfläche die Basis ist, und wobei der eine Krystall um 180° gedreht ist (Fig. 23, 24, 25).

Als Unregelmässigkeiten in der Ausbildung sind hervorzuheben, dass häufig die eine der klinodiagonalen Flächen stärker ausgebildet ist, als die andere (Fig. 8. u. 10). Sehr oft sind die Flächen einwärts (concav) oder auswärts (convex) gebogen. Nicht selten ist ein Krystall auf der Seite, wo in der nächsten Zelle ein grosser Krystall angrenzt weniger oder ganz unregelmässig ausgebildet.

Es ist oben gezeigt worden, dass alle angeführten Formen von derselben Stammform abgeleitet werden können, aber wie sich von selbst versteht, unter der Voraussetzung, dass die Winkel übereinstimmen (resp. die Achsenverhältnisse rational sind). Um hierüber Gewissheit zu erhalten, wurden die Winkel der Hauptformen mit einem Oculargoniometer, das nach der Angabe von C. Schmidt construirt ist, und dessen Benützung ich der Güte des Herrn Prof. Dr. Voit verdanke, bei 300facher Vergrösserung gemessen. Der Durchmesser der ganzen Scheibe des Goniometers misst 8 cm., der Durchmesser des innern Kreises des getheilten Ringes misst 7,15 cm., der des äussern Kreises 7,5 cm. Der Ring ist in 360 Grade, jeder Grad in drei Theile getheilt. Am Ocular mit genau centrirtem Fadenkreuze sind zwei diametral gegenüberliegende Nonien befestigt, welche so eingetheilt sind, dass zwanzig Theile derselben neunzehn Theilen des Kreises gleich sind. Es kann somit noch eine Minute direkt abgelesen, also eine mehr als hinreichende Genauigkeit erzielt werden, indem die grössern Fehlerquellen in der Unsicherheit des Einstellens, ferner darin liegen, dass es ungemein schwer ist, zu erkennen, wann eine Fläche genau horizontal (resp. senkrecht zur Achse des Microscopes) liegt. Um in beiden Fällen Sicherheit zu erhalten, habe ich mehr als 200 Messungen angestellt. Die grössten

1) Bailey scheint ähnliche Hemitropien in *Carya* etc. beobachtet zu haben, bei denen auch die (scharfen) Randkanten an der hinteren Ecke abgestumpft waren.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0295-7

und kleinsten Werthe für denselben Winkel des nämlichen Krystalles (bei verschiedener, aber anscheinend horizontalen Lage) differirten, ehe mir die Elimination der grössern Fehler bekannt war, um 6°. Als ich aber die Fehler so viel als möglich zu vermeiden gelernt hatte, betrug die Differenz bei den Messungen des nämlichen Winkels grösserer regelmässig ausgebildeter Krystalle, auch nachdem sie verschoben worden waren, kaum 1°. Am Bequemsten konnten die Krytalle aus einem alten Blattstiele von *Musa paradisiaca* und die Krystalle aus *Cycas circinalis* gemessen werden. Die Krystalle aus *Guajacum officinale* und *Quillaja sap.* sind meist ungleich dick, d. h. es sind in Folge unregelmässiger Ausbildung die gegenüberliegenden Flächen nicht vollkommen parallel [1]), und daher ist es nothwendig, mittels des polarisirten Lichtes solche auszuwählen, welche regelmässig ausgebildet sind. Es wurde jeder Winkel sechsmal gemessen, hierauf der Krystall durch Rollen verschoben und wenn er wieder in eine geeignete Lage kam, derselbe Winkel abermals sechsmal gemessen.

Die Resultate waren folgende:

I. Für den spitzen (ebenen) Winkel (*b a c*) der (rhombischen) Endfläche.

A. an einem Krystalle aus *Musa paradisiaca* (Fig. 7).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a) | 71° 40′ | | | b) | 71° 39′ |
| | 71 31 | Nachdem der Krystall verschoben | | | 71 47 |
| | 71 36 | war. | | | 71 24 |
| | 71 35 | | | | 71 37 |
| | 71 40 | | | | 71 52 |
| | 71 48 | | | | 71 55 |
| Mittel | 71° 38′ | | | Mittel | 71° 42′ |

a) 71° 38′
b) 71 72

Hauptmittel 71° 40′

1) Auffallend ist, dass die Krystalle in einem Organe einer Pflanze manchmal unregelmässig, hingegen in dem gleichen Organe einer andern Pflanze derselben Art, vielleicht auch an einer andern Stelle des nämlichen Organes, oder an einem andern Organe der Pflanze wieder viel regelmässiger sind. Es scheint mir, dass (nebst andern Ursachen) die Form der Zelle einen Einfluss auf die Regelmässigkeit der Ausbildung ausübt. Es liesse sich dieses vielleicht bei *Crocus, Iris, Agave* etc. verfolgen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0296-3

B. an einem Krystalle aus *Guajacum officinale* (Fig. 13).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a) | 71° 56′ | Nachdem der Krystall verschoben war, | b) | 71° 45′ |
| | 71 44 | konnte er nicht mehr in geeignete | | 71 29 |
| | 71 48 | Lage gebracht werden. Es wurde | | 71 35 |
| | 71 46 | desshalb der entsprechende Winkel | | 71 47 |
| | 71 42 | an einem andern Krystalle gemessen. | | 71 37 |
| | 71 44 | | | 71 48 |
| Mittel | 71° 46′ | | Mittel | 71° 40′ |

a) 71° 46′
b) 71 40
Hauptmittel 71° 43′

C. An einem Krystalle aus *Cycas circinalis* (Fig. 5).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a) | 71° 25′ | Der Krystall lag in getrocknetem Ca- | b) | 71° 35′ |
| | 71 27 | nadabalsam und konnte daher nicht | | 71 20 |
| | 71 35 | verschoben werden. Für den ent- | | 71 40 |
| | 71 40 | sprechenden Winkel eines andern Kry- | | 71 36 |
| | 71 50 | stalles wurde gefunden | | 71 33 |
| | 71 50 | | | 71 34 |
| Mittel | 71° 38′ | | Mittel | 71° 33′ |

a) 71° 38′
b) 71 33
Hauptmittel 71° 36′

D. An einem Krystalle aus *Citrus medica* [1]) (Fig. 22).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a) | 70° 10′ | | | b) | 72° 12′ |
| | 70 25 | | | | 72 14 |
| | 69 56 | | | | 72 11 |
| | 70 20 | | | | 72 5 |
| | 70 — | | | | 72 1 |
| | 70 10 | | | | 72 8 |
| Mittel | 70° 10′ | | | Mittel | 72° 8′ |

a) 70° 10′
b) 72° 8′
Hauptmittel 71° 9′

1) Es gelang mir nicht, einen dieser Krystalle in ganz geeignete Lage zu bringen. Ich habe desshalb die beiden Messungen in der Weise angestellt, dass ich einmal zu kleine und das andere Mal zu grosse Werthe erhalten musste, wie ich aus der Lage beurtheilen konnte.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0297-9

II. Für den spitzen Winkel ($d f g$) der (rhombischen) Endfläche gegen die Hauptachse an solchen Krystallen, bei denen die klinodiagonalen Flächen ziemlich stark entwickelt waren, und welche auf einer dieser Flächen lagen.

A. An einem Krystalle aus *Musa paradisiaca* (Fig. 9 a).

| a) | | | Derselbe Krystall wurde verschoben etc. | b) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 70° | 24′ | | 70° | 20′ |
| | 70 | 31 | | 70 | 35 |
| | 70 | 23 | | 70 | 40 |
| | 70 | 44 | | 70 | 29 |
| | 70 | 30 | | 70 | 50 |
| | 70 | 35 | | 70 | 48 |
| Mittel | 70° | 31′ | | Mittel | 70° 37′ |

a) 70° 31′
b) 70 37

Hauptmittel 70° 34′

B. Für den einspringenden Winkel ($f g n$) an einer Hemitropie aus *Guajacum officinale* (Fig. 16).

| a) | | | Derselbe Krystall wurde verschoben etc. | b) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 140° | 51′ | | 141° | 4′ |
| | 141 | 1 | | 141 | 5 |
| | 140 | 50 | | 141 | 7 |
| | 140 | 52 | | 141 | 14 |
| | 141 | 2 | | 141 | 9 |
| | 141 | 12 | | 141 | 3 |
| Mittel | 140° | 58′ | | Mittel | 141° 7′ |

a) 140° 58′
b) 141 7

Hauptmittel 141° 3′

Folglich $\frac{1}{2} < f g n = < d f g = 70° 31′$ [1])

1) Da bei Gyps, wie bereits C. Schmidt angegeben hat, und wie ich an microscopischen aus salzsaurer Lösung auskrystallisirten Zwillingskrystallen selbst gefunden habe, der einspringende Winkel 105° 52′ beträgt, so ergibt sich, wie sehr mit Unrecht diese Pflanzenkrystalle gerade ihrer Gestalt halber für Gyps gehalten worden waren.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0298-5

C. Für das Supplement (*m g n* Fig. 16) des einspringenden Winkels (*f g n*) an einer andern Hemitropie aus *Guajacum officinale*.

| a) | | Derselbe Krystall wurde verschoben | b) | |
|---|---|---|---|---|
| | 38° 50′ | | | 38° 26′ |
| | 38 20 | etc. | | 38 23 |
| | 38 30 | | | 38 30 |
| | 38 25 | | | 38 20 |
| | 38 32 | | | 38 30 |
| | 38 27 | | | 38 19 |
| Mittel | 38° 31′ | | Mittel | 38° 25′ |

a) 38° 31′
b) 38° 25
Hauptmittel 38° 28′

Folglich $< f g n = 141° 32'$

und $< d f g = \frac{1}{2} f g n = 70° 46'$

III. Für den spitzen (ebenen) Winkel der (rhomboidischen) Seitenfläche an einem Krystalle (ohne Entwicklung der klinodiagonalen Flächen) aus *Cycas circinalis* (*a r v* Fig. 5).

| a) | | Derselbe Krystall wurde verschoben | b) | |
|---|---|---|---|---|
| | 74° 30′ | | | 74° 40′ |
| | 74 24 | etc. | | 74 39 |
| | 74 31 | | | 74 45 |
| | 74 20 | | | 74 50 |
| | 74 30 | | | 74 30 |
| | 74 36 | | | 74 48 |
| Mittel | 74° 29′ | | Mittel | 74° 42′ |

a) 74° 29′
b) 74° 42′
Hauptmittel 74° 35′

IV. Für den Winkel *x y z* (Fig. 20) an einem Krystalle aus *Citrus medica*.

| a) | | Der Krystall wurde nur wenig ver- | b) | |
|---|---|---|---|---|
| | 49° 25′ | | | 49° 30′ |
| | 49 15 | rückt und dann derselbe Winkel wie- | | 49 45 |
| | 49 18 | der gemessen. | | 49 47 |
| | 49 26 | | | 49 49 |
| | 49 16 | | | 49 42 |
| | 49 28 | | | 49 40 |
| Mittel | 49° 21 | | Mittel | 49° 42′ |

a) 49° 21′
b) 49° 42
Hauptmittel 49° 31′

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0299-2

Statt der Mittelwerthe nehme ich anticipirend

$< b\,a\,c = 2\ A = 71^0\ 36'\ 17'',4$

$< d\,f\,g = B = 70^0\ 32'$

$< a\,r\,v = H = 74^0\ 19'\ 7'',45$

$< x\,y\,z = C = 49^0\ 29'\ 33'',52.$

Aus diesen durch Messung gefundenen Daten lassen sich alle übrigen Winkel und besonders der Winkel der Endfläche gegen die Seitenfläche und der Winkel der Seitenflächen gegen einander mittelst der sphärischen Trigonometrie leicht berechnen.

I. Um aus dem Winkel B = 70° 32′ der Endfläche gegen die Hauptachse und dem halben (ebenen) Winkel der Erdfläche (A = 35° 48′ 8″,7).

1) den ebenen spitzen Winkel (H) der (rhomboidischen) Seitenfläche zu bestimmen, dient die Formel

cos H = cos A cos B =

Hieraus ergibt sich H = 74° 19′ 7″,45

Direkt gemessen wurde an einem Krystalle aus *Cycas circinalis*, H = 74° 35′ gefunden.

2) Den spitzen Kantenwinkel (b) der Endfläche gegen die Seitenfläche zu finden, dient

cotg b = cotg B sin A

Hieraus b = 78° 19′ 12″,6.

3) Den halben spitzen Seitenkantenwinkel (a) der Seitenflächen zu einander zu finden, dient

cotg a = cotg A sin B

Hieraus a = 37° 25′

Folglich 2a = 74° 50′.

II. Um aus dem Winkel der Abstumpfungsfläche *T* ($< x\,y\,z$ = C = 49° 29′ 33″,52) und dem halben (ebenen) Winkel der basischen Fläche (A = 35° 48′ 8″,7)

1) den Winkel (c), den beide Flächen (die Abstumpfungs- und basische Fläche) einschliessen, zu erhalten, dient

cos c = tang A cotg C

Hieraus c = 51° 57′ 39″,7

Folglich Supplem. c = 128° 2′ 20″,3.

2) den halben Winkel (d) der beiden Abstumpfungsflächen zu einander zu finden, dient

sin d = sin A : s in C

Hieraus d = 50° 18′

Folglich 2 d = 100° 36′.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0300-7

Da der klinorhombische oxalsauere Kalk auch als Mineral (Whewellit) gefunden und von Brooke und Miller krystallonomisch bestimmt; ferner da derselbe von E. E. Schmid künstlich dargestellt worden ist, so ist zu untersuchen, in welcher Beziehung diese drei Vorkommnisse rücksichtlich der Winkel (resp. Achsenverhältnisse) zu einander stehen.

Brooke nahm als Stammform ein Hendyoeder (Fig. 1) an, dessen prismatische Flächen $M_1$ einen Winkel von 100° 36′ einschliessen, und dessen Endfläche zur Seitenfläche 103° 14′ geneigt ist.

E. E. Schmid sättigte kochende Salpetersäure mit pulverigem oxalsauerem Kalke und erhielt beim Erkalten unzersetzte Krystalle, von denen einige die Form Fig. 7 hatten. Der spitze (ebene) Winkel der (rhombischen) Endfläche wurde von ihm mit einem Norbert'schen Oculargoniometer gemessen, an welchem man 10′ direkt ablesen kann. Er fand 75°. Da nun der spitze (ebene) Winkel der Endfläche des Whewellites an der Ecke $\mu$ (Fig. 1) so wie ihn E. E. Schmid aus den Angaben von Brooke berechnet hat 75° 34′ beträgt, so schloss er hieraus, dass seine Form mit der des Whewellites übereinstimme. Ich glaube indess annehmen zu müssen, dass Schmid einen kleinen Rechnungsfehler begangen hat, indem er ein Dreikant als rechtwinklig annahm, das nicht rechtwinklig sein kann, da die rechtwinkligen Dreikante am klinodiagonalen, nicht am orthodiagonalen Hauptschnitte liegen (mit anderen Worten: da der klinodiagonale, nicht der orthodiagonale Hauptschnitt auf der basischen Fläche senkrecht steht). Es beträgt in Wahrheit der Winkel, welchen Sch. als Grundlage zur Vergleichung annahm 82° 1′ 13″, statt 75° 34′.

Es wäre indess möglich, dass E. E. Schmid gleichsam die Endfläche unter Beibehaltung ihrer Neigung gegen die Hauptachse um 90° gedreht dachte. Nach dem Gesetze der Achsenveränderung erhält man wirklich eine beinahe gleiche Form; denn $\text{tg}\ (50° 18) : \text{tg}\ (39° 42) = 1{,}4408$. Nimmt man nun $1{,}5 = \frac{3}{2}$ und rechnet umgekehrt $\text{tg}\ \frac{x}{2} = \frac{2}{3}\ \text{tg}\ 50° 18′$, so ergibt sich ein spitzer Winkel von 79° 31′ 43″ an der Stelle des stumpfen Winkels von 100° 36′ und dieser Winkel (79° 31′ 43″) ist von 79° 24′ sehr wenig verschieden, so dass man kurz sagen kann, man drehe die Endfläche auf oben angegebene Weise.

Vergleicht man mit dieser abgeleiteten Form die Pflanzen-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0301-3

krystalle, so sieht man, dass neue Achsenveränderungen nöthig sind. Die Rechnungen ergeben aber Verhältnisse, die nicht mehr im Einklange stehen mit den sonst so einfachen Achsenverhältnissen.

Wenn nun das Gesetz der rationalen Achsenveränderung nicht zum Ziele führt, so liegt es nahe, durch Abstumpfung eine Form abzuleiten, welche mit der Form der Pflanzenkrystalle in besserer Weise harmonirt. Diese Form erhält man aus der Brooke'schen Stammform durch Errichtung eines Klinodomes (Fig. 2) mit dem Winkel 74° 50′ [so dass also die Flächen ($M$), welche die Mittelecken ($\mu$ und $\nu$ Fig. 1) der Stammform des Whewellites abstumpfen, gegen die Endfläche 127° 25′ geneigt sind) und durch ein hinteres Hemidom ($P$), welches gegen die Endfläche 109° 28′ geneigt ist. Diese Flächen finden sich als Combinationsflächen am Whewellite und könnten für diesen ebenfalls (mit Rücksicht auf die Zwillinge sogar besser) als Stammform gewählt werden.

Wählt man das von diesen Abstumpfungsflächen gebildete Hendyoeder (Fig. 3) als Stammform, und bezeichnet den halben Winkel, den die prismatischen Flächen an der hintern Ecke mit einander einschliessen, mit a = 37° 35′; den spitzen Neigungswinkel der Endfläche gegen die Hauptachse mit B = 70° 32′; den halben spitzen (ebenen) Winkel der Endfläche mit A, den spitzen (ebenen) Winkel der Seitenfläche mit H, endlich den spitzen (Kanten-) Winkel der Endfläche gegen die Seitenfläche mit b, so ist

$$\cos b = \cos B \sin a$$
$$b = 78° 19′ 2″,6$$
$$\text{Supplem. } b = 100° 40′ 57″,4 \text{ (annähernd } 101° 41′)$$
$$\cot g H = \cot g B \cos a$$
$$H = 74° 19′ 7″,45 \text{ (annähernd } 74° 19′)$$
$$\tan g A = \sin B \tan g a$$
$$A = 35° 48′ 8″,69$$
$$2A = 71° 36′ 17″,38 \text{ (annähernd } 71° 36′).$$

Vergleicht man die an den Pflanzenkrystallen angestellten Messungen mit diesem Hendyoeder, so zeigt sich eine auffallende Uebereinstimmung. Zugleich sieht man, dass die Abstumpfungsflächen $T$ die prismatischen Flächen (M, Fig. 1) der Bookeschen Stammform des Whewellites sind.

Fasst man die gewonnenen Resultate zusammen, so ergibt sich: Die klinorhombischen Krystalle des oxalsaueren Kalkes,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0302-9

sowohl die mineralischen, als die in Pflanzenzellen vorkommenden (und wahrscheinlich auch die künstlich erzeugten) gehören zu ein und derselben Krystallreihe, deren Stammform ein Hendyoeder ist, dessen prismatische Flächen den Winkel 74° 50′ einschliessen, und dessen Endfläche zur Seitenfläche 101° 41′ geneigt ist.

## Optische Erscheinungen.

Zur Feststellung der Erscheinungen im polarisirten Lichte benützte ich die Vorrichtung, welche Hr. Prof. Dr. Radlkofer bei der Untersuchung: „Ueber Krystalle proteinartiger Körper" gebraucht hatte, und welche mir derselbe mit grösster Zuvorkommenheit zur Verfügung stellte. Die Vorrichtung besteht nebst einem Palarisations-Apparate von Oberhäuser aus einem Gypsplättchen, welches Roth der ersten Ordnung zeigt, und an welchem die Richtungen der grössern und kleinern Elastizität von Hrn. Prof. Radlkofer auf die von ihm beschriebene Weise (l. c. Leipzig 1859 pag 102) bestimmt und angezeigt waren. Mit Hilfe dieses Plättchens verfertigte ich mehre andere, besonders mit den Farben der dritten und vierten Ordnung. Ausserdem hatte ich ein Okularmikrometer, welches so getheilt ist, dass bei 210- facher Vergrösserung die Entfernung zweier Theilstriche 0,00456844 m. m. beträgt. In der Bezeichnung habe ich mich an die Holtzmann'sche Anschauungsweise gehalten, nach welcher Polarisations- und Schwingungs-Ebene zusammenfallen.

Bringt man prismatische Krystalle des quadratischen oxalsaueren Kalkes zwischen die gekreuzten Nikols, so erscheinen diejenigen dunkel, deren Achsen in den Schwingungs-Ebenen der Nikol's liegen. Jene Krystalle aber, deren Achsen mit diesen einen Winkel von 45° bilden, sind je nach ihrer Dicke grau bis orange. Genauere Messungen ergaben, dass die Farbe bei 0,0137 m. m. Dicke zwischen Gelb und Orange I. liegt. Ein Gypsplättchen, welches dieselbe Farbe zeigt, muss circa 0,0437 m. m. dick sein. Krystalle, welche geringere Dicke haben, erscheinen über Roth I. blau oder gelb, je nachdem die Hauptachse mit der gleichnamigen oder ungleichnamigen Elastizitäts-Achse des Gypses zusammenfällt. Hieraus ergibt sich, dass der quadratische oxalsauere Kalk dieselben Farben zeigt, wie ein 3,2 mal so dickes Gypsplättchen. Mit Hilfe des von Herrn Prof. Radlkofer erhaltenen Plättchens konnte ich ferner erkennen, dass die Dichtigkeit des Aethers in der Richtung der Hauptachse

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0303-5

geringer (die Elastizität grösser) ist, als in der Ebene, welche zur Hauptachse senkrecht steht; mit andern Worten ausgedrückt heisst dieses: der quadratische oxalsauere Kalk ist optisch- negativ. (Vergl. Naegeli, Beobachtungen über das Verhalten des polarisirten Lichtes gegen pflanzliche Organisation. Sitzungsberichte der kgl. Bayr. Akademie der Wissenschaften zu München 1862. I. Heft IV. pag 297.)

Ganz anders sind die Erscheinungen des klinorhombischen oxalsaueren Kalkes zwischen den gekreuzten Nikols. Derselbe zeigt nämlich bei geringer Dicke sehr lebhafte Farben. Krystalle, welche auf einer der klinodiagonalen Flächen liegen, sind dunkel, wenn die rhombische Endfläche zu einer der Schwingungsebenen der Nikols parallel ist; dieselben sind lebhaft gefärbt, wenn der Winkel der Endfläche und der Schwingungsebenen der Nikols 45° beträgt. Die Schwingungsebenen sind demnach parallel der rhombischen Endfläche und einer auf ihr senkrechten Ebene. Krystalle, deren klinodiagonalen Flächen 0,016 m. m. von einander entfernt (oder die 0,016 m. m. dick) sind, zeigen eine Farbe zwischen Purpur-Carmin und Violettgrau III. Bei 0,0108 m. m. Dicke ist die Farbe ungefähr indigoblau III. Bei 0,0122 m. m. Dicke ist sie Blau mit Grünlich III. Bei 0,0137 m. m. Dicke zwischen Grün und Grünlichgelb III. Um bei Gyps die letzt genannte Farbe zu erhalten, ist ein Plättchen von circa 0,161 m. m. Dicke nöthig. Hieraus folgt, dass klinorhombische Krystalle von oxalsauerem Kalke, welche auf einer der klinodiagonalen Fläche liegen, ungefähr dieselbe Farbe zeigen, wie ein 11,7 mal dickeres Gypsplättchen. Rücksichtlich der Dichtigkeit (Elastizität) des Aethers ergibt sich, dass dieselbe in der Richtung der klinodiagonalen Achse geringer (die Elastizität grösser) ist, als in der zu ihr senkrechten Achse.

Noch stärker ist die doppelte Brechung bei den Krystallen, welche auf der (rhombischen) Endfläche liegen. Dieselben erscheinen bei gekreuzten Nikols dunkel, wenn die Klinodiagonale parallel zu einer der Schwingungsebenen der Nikols ist. Somit sind die Schwingungsebenen parallel der klinodiagonalen und der orthodiagonalen Achse. Die Dichtigkeit des Aethers ist in der Richtung der letztern grösser (die Elastizität geringer) als in der Richtung der klinodiagonalen Achse. Für die Farben ergibt sich folgendes Verhältniss. Wenn die Entfernung der Endflächen von einander (die Dicke der Krystalle) 0,005 m. m. beträgt, liegt die Farbe zwischen Grünlichgelb und Gelb II., bei 0,0137 m. m.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0304-1

zwischen Roth IV und Grünlichblau V; bei 0,009 m. m. Dicke zwischen Purpur-Carmin nnd Violett III. Um die letzt genannte Farbe mit einem Gypsplättchen zu erhalten, muss dasselbe eine Dicke von 0,188 m. m. haben, also ungefähr 21 mal dicker sein als Plättchen aus oxalsauerem Kalke, welche auf der Endfläche liegen.

Fasst man die erhaltenen Resultäte zusammen, so ergibt sich:

I. der quadratische oxalsauere Kalk ist optisch- negativ und gibt dieselben Farben wie ein 3,2 mal dickeres Gypsplättchen.

II. Beim klinorhombischen oxalsaueren Kalke ist die Achse der grössten Elastizität parallel der klinodiagonalen Achse (die beiden andern Elastizitätsachsen liegen in einer zu ihr senkrechten Ebene). — Die Farben jener Krystalle, welche auf einer der klinodiagonalen Flächen liegen, sind gleich den Farben von 11,7 mal dickeren Gypsplättchen; die Farben jener Krystalle, welche auf der (rhombischen) Endfläche liegen, sind gleich den Farben von 21mal dickeren Gypsplättchen [1]).

Diese Verhältnisse bieten ein bequemes Mittel, um schnell zu bestimmen, ob ein Pflanzenkrystall (aus oxalsauerem Kalke) dem quadratischen oder klinorhombischen Systeme angehört. Wendet man diese Erscheinungen an, um über die Raphiden, welche C. Schmidt zum quadratischen Systeme gezählt hat, Aufschluss zu erhalten, so ergibt sich, dass sie wegen ihrer lebhaften Farben bei sehr geringer Dicke eher in das klinorhombische als in das quadratische gehören. Diese Ansicht wird auch unterstützt durch die Gestalt der langen spiessigen Krystalle, welche ich aus *Crocus vernus* erhielt. Viele derselben sind deutlich klinorhombisch, nämlich Säulen, deren (rhombische) Endfläche mit der Hauptachse einen kleinen Winkel bildet. Mehrere Krystalle in dieser Pflanze sind Zwillingskrystalle, an Gestalt jenen ähnlich, welche in *Rhizoma Iridis* vorkommen und von Schleiden für Gyps gehalten worden sind (Handbuch der botanischen Pharmakognosie. Leipzig. 1859. pag. 139).

Eine fernere Anwendung findet die Erscheinung der Doppelbrechung bei Bestimmung des Krystallsystems der Drusen. Legt

1) Da die Messung so geringer Dicken äusserst schwierig ist, so kann ich nur die annähernde Richtigkeit obiger Daten beanspruchen. — Zur Bestimmung der Lage der optischen Achsen ist es nöthig, die Krystalle in jede beliebige Stellung zu bringen und in derselben zu erhalten. Hiezu sind geeignete Vorrichtungen erforderlich, deren Beischaffung mir nicht möglich war.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0305-7

man Drusen aus dem Blattstiele von *Begonia nitida* etc., an welchen man die Entstehung durch Verwachsung von mehren Oktaedern verfolgen kann, zwischen die gekreuzten Nikol, so sieht man nur geringe Farbenerscheinungen. Legt man aber Drusen aus *Hoya carnosa* zwischen die gekreuzten Nikol, so zeigen besonders jene Krystallindividuen, welche etwas weiter hervorstehen als die andern, mehre hell und dunkel gefärbte Linien, entsprechend einer ebenso grossen Anzahl von Farbenordnungen, als dunkle Linien sich unterscheiden lassen. Dieses führt mich zu der Ansicht, dass es zweierlei Drusen gibt, von denen die einen aus quadratischen, die andern aus klinorhombischen Krystallen gebildet werden. Diese Annahme wird noch dadurch unterstützt, dass neben den Drusen auch Einzeln-Krystalle des entsprechenden Systems vorkommen. Von blossem Ansehen sind beiderlei Drusen kaum zu unterscheiden. Die quadratischen scheinen mehr eckig, die klinorhombischen mehr strahlig zu sein. Es ist möglich, dass die quadratischen Drusen aus mehren gegenseitig durchwachsenen Krystallen (Krystallgruppen) bestehen, die klinorhombischen aber von strahlig um einen Punkt gelagerten Individuen gebildet sind.

Am Schlusse dieser Abhandlung mache ich noch darauf aufmerksam, dass, so viel mir bekannt ist, die Frage, ob Krystalle der beiden Systeme neben einander in demselben Organe einer Pflanze, oder ob in den verschiedenen Organen derselben Pflanze immer Krystalle desselben Systems vorkommen, noch nicht erörtert ist. Das Vorkommen der stark doppelbrechenden Raphiden im Blatte von *Tradescantia discolor* scheint dafür zu sprechen, dass die Krystalle beider Systeme neben einander sich befinden können. In diesem Falle wäre dann die anatomische Lage und die sonstigen Beziehungen (zur Beschaffenheit der Zellmenbrane etc. etc.) für jedes der Systeme zu untersuchen.

## Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die von Brooke angenommene Stammform des Whewellites $\Pi_1$ bezeichnet die Endfläche, $M_1$ die prismatischen Flächen

Fig. 2. Genannte Stammform in Combination mit dem Klinodoma $M$ und dem hintern Hemidoma $P$, welch letztere bei gehöriger Vergrösserung ein Hendyoeder (Fig. 3) bilden, das als die allgemeine Stammform des klinorhombischen oxalsauern Kalkes anzunehmen ist. Aus ihr entstehen die prismatischen Flä-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0306-3

chen der Brooke'schen Stammform durch Abstumpfung der scharfen (hintern) Randkanten und die Endflächen durch Errichtung des orthodiagonalen Flächenpaares.

Fig. 3. Die Flächen *M* und *P* der Fig. 2 sind verlängert, bis sie sich schneiden und das hiedurch entstandene Hendyoeder ist in normale Stellung gebracht. *P* bezeichnet die Endfläche; *M* die prismatischen Flächen; *v* die vorderen (stumpfen), *h* die hinteren (scharfen) Randkanten; *s* die mittleren Seitenkanten; *p* die vordere und hintere Seitenkante.

Fig. 4. Horizontalprojektion eines auf einer mittleren Seitenkante *s* liegenden Hendyoeders. Die vordern prismatischen Flächen sind mit *M*, die hintern mit *L* bezeichnet.

Fig. 5. Perspektivische Ansicht desselben Hendyoeders (das sehr häufig in *Cycas circin.*, *Ficus Bengalensis* etc. etc. vorkommt.)

Fig. 6. Klinorhombische Tafel (entstanden durch Verkürzung der Hauptachse des Hendyoeders.)

Fig. 7. Dieselbe Tafel in Combination mit den klinodiagonalen Flächen. (Sehr häufig in *Musa paradisiaca.*)

Fig. 8. Die vorige Form mit stärkerer Ausbildung der einen klinodiagonalen Flächen. (Nicht selten in *Musa parad.*)

Fig. 9. a. Horizontalprojektion eines auf einer der klinodiagonalen Flächen liegenden Hendyoeders b. Perspektivische Darstellung desselben Hendyoeders mit den klinodiagonalen Flächen *K*. (Sehr oft in *Cycas circinalis*, selten in *Musa parad.*)

Fig. 10. Ein Hendyoeder, dessen eine klinodiagonale Fläche *K* deutlich entwickelt ist, während die andere verschwindend klein ist. (Findet sich bisweilen unter den Krystallen in *Cycas circin.*)

Fig. 11. Horizontalprojektion einer auf der klinodiagonalen Fläche liegenden Hemitropie (Oefter in *Cycas circin.* selten in *Musa parad.*)

Fig. 12. Eine verhältnissmässig grosse Tafel mit sehr entwickelten klinodiagonalen Flächen *K* (In *Guajacum officinale*, *Quillaja saponaria.*)

Fig. 13. Horizontalprojektion eines Krystalles, welcher die vorhergehende Gestalt hat und auf der Endfläche liegt.

Fig. 14. Horizontalprojektion desselben auf einer der klinodiagonalen Flächen liegenden Krystalles.

Fig. 15. Perspektivische Ansicht der vorhergehenden Krystallform.

Fig. 16. Horizontalprojektion einer Hemitropie, die aus Figur 14. abgeleitet ist. (In *Guajac. offic.*, *Quillaja sap.*, *Musa parad.*)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0307-9

Fig. 17. Vorige Hemitropie so auf der Endfläche (beinahe) horizontal liegend, dass sie als Krystall mit zwei Spitzen (*f* und *n*) erscheint.

Fig. 18. Perspektivische Ansicht einer Hemitropie, deren unterer Theil abgebrochen ist, so dass sie wie eine rhombische Pyramide in Combination mit der rhombischen Säule erscheint.

Fig. 19. und 22. Hendyoeder, deren hintere Randkanten *h* (Fig. 5.) durch die Flächen *T* (und $T_1$) abgestumpft sind. *P* bezeichnet die Endfläche; *M* die vorderen, *L* die hinteren prismatischen Flächen. (In *Citrus medica*, *Crataegus oxyacantha*, *Strychnos nux vom.*, *Robinia pseudacacia*, *Tectonia grandis* etc. etc.)

Fig. 20. und 21. Wie Fig. 19. aber mit stärkerer Entwicklung der Flächen *T* und $T_1$.

Fig. 23. Horizontalprojektion eines auf der Fläche *L* liegenden Zwillingskrystalles, der aus zwei Krystallen von der Gestalt Fig. 22. zusammengesetzt ist.

Fig. 24. Perspektivische Darstelluug eines solchen Zwillingskrystalles, dessen Flächen $T_1$ nicht entwickelt sind.

Fig. 25. Perspektivische Zeichnung eines Zwillingskrystalles (Fig. 23.) dessen Flächen $T_1$ entwickelt sind.

**Corrigenda.**

**Pag. 276 Zeile 1 und 5 v. o. lies: Pandanus statt Padanus.**
**„ 276 „ 13 v. o. lies: beschrieb statt beschreibt.**
**„ 277 „ 12. v. u. lies: Quekett statt Quecket.**
**„ 283 „ 15 v. o. lies: eine Mischung von Chlorbaryum und Salzsäure statt eine Mischung von Chlorbaryum.**


## Anzeige.

Bei Eduard Kummer in Leipzig ist soeben erschienen und in jeder Buchhandlung zur Ansicht vorräthig:

**Rabenhorst, Dr. L.: Flora Europaea Algarum** aquae dulcis et submarinae. Sectio I. Algas diatomaceas complectens. Cum figuris generum xylographice impressis.

23 Druckbogen. gr. 8. Preis 2 Thlr.

Die den Schluss bildende Sectio II. erscheint noch im Laufe dieses Jahres.


**Redacteur: Dr. Herrich-Schäffer. Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (Chr. Krug's Wittwe) in Regensburg.**

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0308-5

Fig. 1.

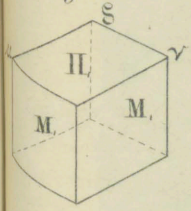


Fig. 2.

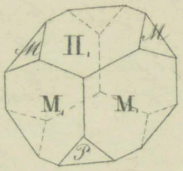


Fig. 3.

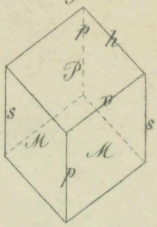


Fig. 4.

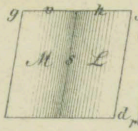


Fig. 5.

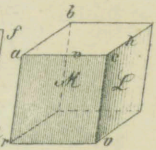


Fig. 6.

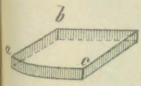


Fig. 7.

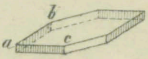


Fig. 8.

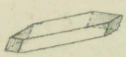


Fig. 9. a

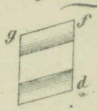


Fig. 9. b.

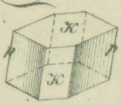


Fig. 10.

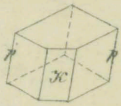


Fig. 11.

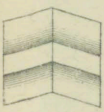


Fig. 12.

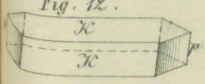


Fig. 13.

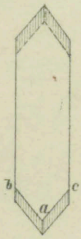


Fig. 14.

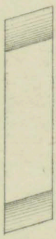


Fig. 15.

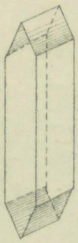


Fig. 16.

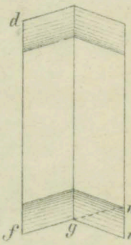


Fig. 17.

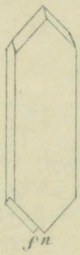


Fig. 18.

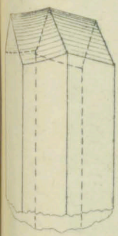


Fig. 19.

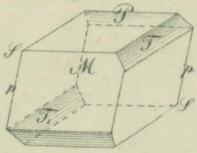


Fig. 20.

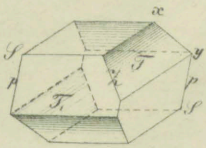


Fig. 21.

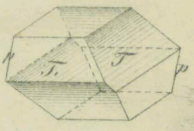


Fig. 22.

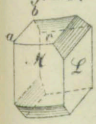


Fig. 23.

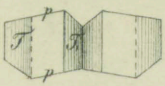


Fig. 24.

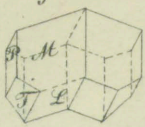
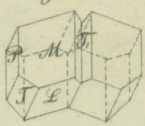


Fig. 25.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05979-0648-6

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1864

Band/Volume: 47

Autor(en)/Author(s): Holzner Georg

Artikel/Article: Ueber die Krystalle in den Pflanzenzellen 289-304