

Harmonie und Kristalle

Von Franz Angel (Graz)

Zu einem Vortrag gleichen Titels vom 19. Jänner 1951 in der Fachgruppe Mineralogie und Geologie des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark am Joanneum

1.

Wir erleben die Welt als eine Einheit. Sie enthält aber Belebtes und Unbelebtes. Wie finden wir Zugang zum Unbelebten, wie vermögen wir es, sie sittlich und der Schönheit bewußt zu erleben?

Durch Harmonie!

Die Erkenntnis dieser Himmelstochter ist kein Alleingut des Abendlandes; Altchina, Altindien, Altägypten leuchtete sie gleichfalls; sie leuchtet aber der ganzen Menschheit. Hören wir indes abendländische Stimmen darüber, denn die verstehen wir am besten.

Die Pythagoräer (Pythagoras, 540 v. Chr.) erkannten in ihr „Einheit des Mannigfaltigen und Zusammenstimmen des Zwiespältigen, wie es dem Zusammenklang verschiedener Töne abgelauscht werden kann. — Heraklit (500 v. Chr.) nannte sie „göttlich“, Ausdruck eines ordnenden Geistes. — Demokrit (460—360 v. Chr.) erschaute ihr kosmisches Wesen und nannte sie Wesensgrund alles Schönen.

Plato (427—347 v. Chr.) dachte: Im Kosmos (= geordnetes All) stecken drei Elemente, nämlich Symmetrie (Ausgewogenheit von Verhältnissen), Harmonie (Zusammenklang über einem inneren Maßstab, wie trifft das auch die Kristallwelt!), Rhythmus (geordnete Bewegung).

Das Abendland hat seither Harmonie als wesentlichen Wert hochgehalten.

Alberti (1404—1472), der Architekt, baute nach harmonischen Verhältnissen und bekannte: Harmonie und Symmetrie umfängt des Menschen Leben und Denken, ist Wesen aller Dinge und innerer Zusammenklang.

Und umgekehrt ist die Harmonie in der Architektur erlebbar wie Harmonie in Tönen, wie der unvergeßliche Zweizeiler Goethes bezeugt:

„Der Säulenschaft, auch die Triglyphe klingt.

Ich glaube gar, der ganze Tempel singt!“

Er entstand beim Anblick eines antiken Tempels auf der italienischen Reise. — F. v. Schlegel sagte: Baukunst ist gefrorene Musik!

Es sind beste, führende Menschen gewesen, welche die Bedeutung und kosmische Rolle der Harmonie erkannten, erlebten und für Menschen aller Zeiten aufzeigten. Sie vergaßen nicht, auch ihren Widerpart zu nennen: Disharmonie, Mißklang, Streit, Chaos. — Wir erleben ihn gerade peinvoll.

Auf welchen Wegen, mit welchen Sinnen und Mitteln können wir noch immer Harmonie erleben und uns damit stärken, aufrichten, über den Tag hinauskommen?

Nun, vornehmlich mit Ohr und Aug' und Maß und Zahl.

Davon im Folgenden ein paar Ausschnitte, ein Weg über Ton, Farbe und Himmelsharmonik zu den Kristallen.

2.

Harmonie der Töne

In der „harmonisch gestimmten C-dur-Tonleiter“ enthüllt sich die harmonische Ordnung der Töne. Denkt man an eine schwingende Saite, so erinnert man sich auch, daß man auf ihr durch Verkürzung und Schwingenlassen der Teilstücke die Tonleiter ertönen lassen kann. In derselben Zeit, in welcher die unverkürzte Saite den „Grundton c“ tönen läßt, schwingt die auf $\frac{1}{2}$ verkürzte Saite genau doppelt sooft, wobei die „Oktave c“ ertönt. Das Schwingzahlverhältnis oder das der Frequenzen ν von Grundton zur Oktave ist also 1:2. — Verkürzt man die Saite auf andere Längenbruchteile, so erhält man andere Töne und andere Frequenzen. Mit Hilfe der Frequenzen aber können wir zahlenmäßig jene Tonschritt- oder Intervallfolge erfassen, welche die harmonisch gestimmte C-dur-Tonleiter charakterisiert, und mit der wir musizieren.

Tonschrittfolge:

Prim Sekund Terz Quart Quint Sext Sept Septime Oktave

Tonfolge:

c d e f g a (b) h c'

Schwingzahlverhältnis oder Frequenzen- ν -Verhältnis

1 $\frac{9}{8}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ ($\frac{9}{5}$) $\frac{15}{8}$ 2

Es ist zu den acht Intervallen (Tonschritten) noch ein „Halbton“ (b) geschaltet worden, der ebenfalls musikalisch verwendet wird, und der auch mit dem Folgenden zu tun hat.

Das rechnerische Ableitungsgesetz für diese merkwürdige, wohl-tönende Reihe ist ganz eigenartig. Man erhält die Frequenz eines

Tones durch Addition der einschließenden Frequenzbrüche, und zwar Zähler + Zähler durch Nenner + Nenner: Z. B.

g aus c und c'. $\frac{1}{1} + \frac{2}{1} = \frac{3}{2} = g$

f aus c und g. $\frac{1}{1} + \frac{3}{2} = \frac{4}{3} = f$ usf.

In der Tonleiter können wir Tongruppen zugleich ertönen lassen (Akkorde), die wohllauten (= konsonieren):

c—c', c—g—c', f—a, e—b, d—h.

Aus der Tonfolge oben kann abgelesen werden, daß die Konsonanzen von g nach rechts und links symmetrisch fortschreiten. Symmetrie hier—Symmetrie bei den Kristallen!

Die wohllautende Aufeinanderfolge von Tönen ist die Melodie.

Werden Töne, wie e—f oder h—c' zugleich angeschlagen, so löst dies Mißbehagen aus, die Töne dissonieren (Dissonanz).

Aus den erkannten Zahlenbeziehungen können wir wohl Konsonanz oder Dissonanz vorhersagen (auch ein Tauber kann es), aber wir können damit den Erfolg auf unser Gefühlsleben nicht erklären. Die Mathematik ist ein wundervolles Instrument, aber wir dürfen von ihr nur Mathematisches erwarten.

Die Zahlenverhältnisse, die eben vorgeführt wurden, finden wir wieder, wenn es sich um nichtakustische Erscheinungen in unserem Erleben handelt. Mit diesem Ausblick sei in den nächsten Abschnitt eingegangen.

3.

Harmonie der Farben

Nicht umsonst spricht man von Farbtönen, davon, daß eine bestimmte Farbe mit einer anderen harmoniert oder daß sie sie „schlägt“. Was hat es damit auf sich?

Im Farbenfächer (Spektrum) des Regenbogens oder eines Prismas aus Glas zeigen sich die Farben geordnet:

Rot—Orange—Gelb—Grün—Blau—Violett im allmählichen Übergang. Wir empfinden allerdings noch andere, im Spektrum nicht enthaltene Farben:

Schwarz (äußerster Lichtmangel, Finsternis). — Weiß (Zusammenklang aller oder besonderer Farbgruppen in einem Sinneseindruck). — Braun (im gleichen Sinn Vermischungen von Gelb, Orange, Rot mit Schwarz). — Oliv (Rot—Grün—Schwarz). — Purpurfarben in unserem Sprachgebrauch: physiologisch bedingte Eindrücke der Überlagerung der spektralen Endfarben Rot und Violett, also auch nicht „spektrale“, sondern „physiologische“ Farben.

Die alten Meister hatten bereits das Geheimnis der Farbenharmone. Leonardo da Vinci z. B. malte seiner „Madonna unter den Felsen“ einen blauen Mantel mit tief leuchtendem gelbem Saum von unübertrefflich harmonischer Wirkung. Es handelt sich um ein Blau, $\nu =$ etwa 612, Gelb (an der Orangegrenze), $\nu =$ etwa 493, vgl. Abb. 1. Der Tonschritt, der sie trennt, ist eine große Terz, und die Farben sind komplementär (= im Überlagerungseindruck weiß). Auch andere Farbgruppen sind komplementär; gerade diesen ist nebeneinander geschaut harmonische Wirkung eigen. — Zum Verständnis:

In Abb. 1 ist ein akustisch-optischer Vergleich dargeboten; oben ein Oktavenbereich der Diatonik von c bis c' , Grundton bis Oktave davon, darüber die Schwingungszahlenverhältnisse in Brüchen und zuhöchst in Dezimalbrüchen. Darunter das Band der Spektralfarben, die „Licht-oktave“. Eingefügt sind einige Halbtöne. Im Farbenband die Fraunhofer-Linien A—H des Sonnenspektrums. Ferner eine Abgrenzung der Farbenfelder nach heutiger Übung. Unmittelbar über dem Band die den eingetragenen Linien zugehörigen Wellenlängen λ (Angström-Einheiten, Ordnung 10^{-8} cm). Unter dem Band die zugehörigen Schwingungszahlenfrequenzen, Ordnung 10^{12} je Sekunde. Grenzt man die Licht-oktave mit Rot, $\nu = 380$, und Violett, $\nu = 760$, ab, d. i. 2×380 , so fällt Fraunhofers „E“, $\nu = 570 = \frac{3}{2} \times 380$ auf die akustische Quint g .

Man gewinnt ν aus λ und umgekehrt aus der Beziehung $\nu = 1/\lambda \times c$; c = Lichtgeschwindigkeit.

Das Schwingungszahlenverhältnis zweier Farben $\nu_2 : \nu_1 = \lambda_2 : \lambda_1$, worin ν_2 = höhere Frequenz, λ_2 = entsprechende kleinere Wellenlänge.

Mit Hilfe von Abb. 1 und Angaben bei Kohlrausch und bei König kann man eine Reihe von spektralen Komplementärfarben studieren:

Farbenpaar:									
	Rot	Rot	Orange	Orange	Orange	Gelb	Gelb	Gelb	Grüngelb
λ_1	6693	6560	6412	6162	6080	5834	5727	5670	5640
λ_2	4910	4920	4903	4977	4900	4817	4717	4650	4330
	Grünblau		Cyanblau		Cyanblau		Blau Indigo		Violett
Intervall:	Quart		Terz		Terz		kleine Terz		Quart
	Quart		Quart				kleine Terz		

Es gibt also eine große Zahl komplementärer, spektraler Farbpaare. Aber für den Bereich $\lambda = 5640$ bis 4980 etwa fehlen spektrale Partner, doch es gibt physiologische Partner: die Purpurfarben. Die satteste Purpurfarbe bewirkt die Überlagerung spektralen äußersten Rots und Violetts, womit die akustische Oktave aufklingt. Das komplementäre Grün scheint mit $\nu = 570$ ($\lambda = 5270$) zu befriedigen. So bilden dann diese drei Farben musikalisch genommen den Akkord $c-g-c'$, ein Fundament des „Sonnenakkords“.

Im folgenden werden einige wichtige Untersuchungsmethoden kurz besprochen.

Untersuchungen von Fälschungen. Als oberster Grundsatz gilt hier, daß die Fälschung ein anderes Material ist, als der Edelstein, der vorgetäuscht wird. Es muß daher das Material identifiziert werden, oder zumindest nachgewiesen werden, daß es nicht das Material des fraglichen Edelsteins ist. Alle Untersuchungen müssen natürlich so geführt werden, daß keine Beschädigung eintritt, was eben dann eine Auswahl unter den an und für sich möglichen Methoden notwendig macht und z.B. eine chemische Probe ausschließt.

Als Merkmale, die bestimmt werden können, kommen besonders in Betracht: das spezifische Gewicht (hydrostatische Waage) und optische Eigenschaften wie Einfach- und Doppelbrechung (Polarisationsmikroskop) und Größe der Brechungsquotienten (Totalreflektometer). Es ist im gegebenen Rahmen unmöglich, die Ausführung der Methoden zu behandeln, wohl aber seien einige kurze Hinweise angefügt. An gefaßten Steinen können höchstens einige Teilbestimmungen gemacht werden, das spezifische Gewicht kann z.B. im gefaßten Zustand überhaupt nicht bestimmt werden. Die Brechungsquotienten sind (Totalreflektometer) nur dann einigermaßen leicht zu bestimmen, wenn sie höchstens so groß wie bei Methylenjodid sind (n von Methylenjodid 1,74). Viele Edelsteine haben aber weitaus größere Brechungsquotienten (zum Vergleich Diamant etwa 2,4).

Neuerdings werden auch röntgenographische Methoden herangezogen (1). In eigens konstruierten Schwenkapparaten werden pulverdiagramm-ähnliche Aufnahmen erzeugt, die eine ideale Identifikationsmöglichkeit bieten.

Daß natürlich Härtebestimmungen nach der einfachen Mohsschen Methode angewendet werden, sei noch erwähnt.

Untersuchung von natürlichen und künstlichen Edelsteinen. Wissenschaftlich ist die Synthese für eine Reihe von Edelsteinen, aber weitaus nicht bei allen gelungen. Im wesentlichen sind nur bei Korund (Varietäten Saphir und Rubin), Spinell und neuerdings auch bei Smaragd (vgl. z. B. 2) in Schmuckstücken synthetische Steine zu erwarten. Von diesen dreien ist erfahrungsgemäß wieder am häufigsten die Unterscheidung zwischen natürlichen und synthetischen Rubinen und Saphiren vorzunehmen, weshalb das Folgende sich auf diese Unterscheidung beschränkt.

Alle früher angeführten Methoden zur Erkennung von Fälschungen sind hier nicht zu verwenden, da die synthetischen Kristalle mit den natürlichen in chemischer Zusammensetzung und Struktur ident

sind, somit also in den Eigenschaften wie spezifisches Gewicht, Härte, optische Eigenschaften usw. vollkommen übereinstimmen. Die Untersuchungen zur Unterscheidung von Synthesen und echten Steinen sind daher anderer Natur und schließen sich an Unterschiede geringerer Art, die sich als Folge der verschiedenen Entstehungsbedingungen ergeben. Künstliche Korundkristalle werden bei hohen Temperaturen (Knallgasgebläse) und Atmosphärendruck aus Al_2O_3 -Pulver (mit färbenden Zusätzen) erzeugt. Natürliche Rubine und Saphire entstehen sicher bei niedrigeren Temperaturen, z. B. in Kontakten mit Kalk. Die daraus sich ergebenden Unterscheidungsmerkmale findet man in übersichtlicher Darstellung bei H. Michel (3). Dieser Darstellung schließt sich das Folgende an.

Kristalleinschlüsse. In natürlichen Paragenesen sind immer Verunreinigungen möglich, die sich als Einschlüsse kundtun. So bilden sich aus Ionen, die nicht in die Struktur des Korundes passen, eingeschlossene Kristalle, z. B. Karbonatkristalle oder Eisenglanztafelchen und feinste nicht zu identifizierende Nadeln. Besonders die feinen, langen, nadelförmigen Kristalle erscheinen in einer räumlichen Anordnung, die der Symmetrie des Korundes entspricht. Solche Einschlüsse sind in den natürlichen Kristallen teilweise überhaupt unmöglich (z. B. die Karbonateinschlüsse, da Karbonate bei den Temperaturen des Gebläses nicht stabil sind) oder ihre Orientierung zum Kristallgebäude kann nicht erzeugt werden.

Flüssigkeitseinschlüsse. Diese sind in den natürlichen Kristallen sehr häufig, besonders in der Form der „Fahnen“. Flüssigkeitseinschlüsse sind in künstlichen Korundkristallen ebenfalls unmöglich. Wohl finden sich in ihnen Gasblasen, die aber kaum mit Flüssigkeitseinschlüssen verwechselt werden können.

Streifungen. Die natürlichen Korunde zeigen, wie ja sehr viele andere Kristalle auch, Anwachsstreifen, d. h. die Anlagerung der Substanz erfolgt rhythmisch. Die Kristallgestalt des Korundes ist ein sechsseitiges Prisma. Für das Wachstum bedeutet das, daß ein kleines Prisma sich durch Anlagerung von Schichten, parallel zu den Flächen des Prismas, vergrößert. Die Schichten bilden daher Ebenen parallel zum Prisma. Zeigt also ein natürlicher Korund solche Schichten, so sind sie immer gerade und außerdem in einer bestimmten Orientierung zum Gesamtkristall (gerade Auslöschung).

Ein synthetischer Korund wächst auch in Schichten, aber nicht in der Gestalt eines sechsseitigen Prismas, sondern als Körper mit gekrümmten Flächen (Birne). Daher ist der Schichtenbau längs gekrümmter Flächen angeordnet (gekrümmte Schichten) und außerdem ist die Orien-

pliziert oder durch eine solche dividiert. Dadurch kann man aber die Reihe so umformen, daß das erste Glied 1 wird, das letzte 2, d. h. „in Oktavenform“ bringen und mit der musikalischen Oktave vergleichen. Es zeigt sich dann, daß die Entfernungsverhältnisse innerhalb der Planetenreihe mit Tonschritten (Sekund, Terz, Quint usw.) vergleichbar sind, die wir in der Musik verwenden, und aus welchen Melodien gefügt werden können, wie sie unsere größten Tondichter schufen. — Dabei fehlen jene winzigen Abweichungen der „Töne“ nicht, deren schon auf Seite 21 Erwähnung getan wurde.

V. Goldschmidt zeigte, wie sich auch der 1932 entdeckte Planet Pluto der Sphärenharmonie einfügt, u. zw. gleich nach der Entdeckung. Von ihm stammt auch die durch die Planetoiden bedingte Zweiteilung der Planetenharmonie.

Der Schweizer Harmoniker H. Kayser kam darauf zurück. Die Planetoiden, zusammen über 1200 kleine Himmelskörper, sollen ja Zeugen für einen einst einheitlichen, großen Mutterplaneten sein, der einer Katastrophe zum Opfer fiel. Hier, sagt Kayser, liegt eine kosmische „Bruchstelle“. Darum Abbruch der Melodie der inneren Planeten und Beginn einer anderen für die Außenplaneten. Das eis und des darin stehen knapp um das pythagoräische Komma $= 81/80$ auseinander und klingen wohl in einen tremolierenden Ton zusammen.

Ähnliche harmonische Beziehungen wurden auch für die Planetoiden selbst und bei mehrmondigen Planeten von Goldschmidt aufgezeigt.

5.

Kristallgesänge

Kaum wird sich ein Mensch der Wirkung naturgewachsener Kristallschönheit zu entziehen vermögen, aber wenige Menschen wissen, daß es sich auch dabei um harmonische Schönheit handelt. Der Weg zu dieser Erkenntnis führt über die Kristallographie.

Um das Gesetz der natürlichen Flächenanordnung von Kristallen zu durchschauen, benutzt man drei, den Kristallaufbau beherrschende Flächen (a), (b), (c), deren Schnittkanten als Achsenrichtungen dienen. Vgl. Abb. 2 der Bildtafel. — Ferner eine sie schneidende „Grundfläche“ 0, ebenfalls dem Kristallaufbau abgelauscht; ihre Achsenabschnitte ergeben das Achsenverhältnis $a:b:c$ („Achsenverhältnis“). Die anderen Kristallflächen liefern andere Achsenabschnitte $a' b' c'$, $a'' b'' c''$ usw. — Frage: Womit sind diese zu multiplizieren, damit sich immer wieder die „Grundfläche“-Abschnitte ergeben? Die gesuchten Faktoren sind die Millerschen Indizes $h k l$; es ist dann $a'h = a$, $b'k = b$, $c'l = c$; analog mit anderen hkl für andere Flächen. Die verschiedenen hkl sind also Flächenlagenangaben, sie sind stets in kleinen, ganzen

Zahlen angebar (Parameter-Gesetz). Beispiele aus der Abb. 2:

(c) = 001, x = 011, (b) = 010 usf.

Über den Kristall „spannen sich“ — sagt V. Goldschmidt — Flächen-
gürtel mit parallelen Schnittkanten: Zonen, von „Knoten“ zu
„Knoten“; letztere sind in der Position kristallbaulich ausgezeichnete
Flächen, wie z. B. (a), (b), (c), oder ausgezeichnete Zonenschnitte.

Gemäß der Junghansschen Regel findet man alle in einer Zone
dem Parametergesetz entsprechenden Flächen durch fortschreitende
Addition der hkl Zonenzugehöriger, wie im folgenden Muster mit fol-
genden ersten Schritten: $001 + 010 = 011$ [(also aus den Endknoten der
Zone von (c) nach (b)] erhält man eine erste zwischenliegende Fläche 011;
weiter $001 + 011 = 012$. Dieses Verfahren heißt Entwicklung der Zone
nach dem Komplikationsgesetz. Wir entwickeln einmal so lange, bis die
Ziffern 7 und 8 in den Indizes auftreten und erhalten so eine Indizesreihe
zur weiteren Bearbeitung.

Aus den dreiziffrigen Miller-Indizes ergeben sich die zweiziffrigen
Goldschmidt-Indizes $p = h/l$ und $q = k/l$, also mittels Division durch
den dritten Miller-Index l. Es steht nun eine einfachere Ziffernreihe vor
uns. Im gewählten Beispiel ist $p = 0$ für die ganze Zone und kann weg-
gelassen werden, so daß nun eine Zeile von q-Werten entsteht, welche
den gleichen Zonenaufbau darstellen.

Um den Zusammenhang mit akustischer Harmonie wahrzunehmen,
wird die q-Reihe in „Oktavenform“ gebracht. Dies geschieht, indem man
aus jedem q den Ausdruck $(2q + 1/q + 1)$ bildet.

Ausführung:

hkl:	001	018	017	014	013	025	012	035	023	034	011	043	032	053	021	052	031	041	071	010
q:	0	1/8	1/7	1/4	1/3	2/5	1/2	3/5	2/3	3/4	1	4/3	3/2	5/3	2/1	5/2	3/1	4/1	7/1	∞
$\frac{2q+1}{q+1} = 1$	10/9	9/8	6/5	5/4	.	4/3	.	7/5	.	3/2	.	8/5	.	5/3	.	7/4	9/4	15/8	2	
Töne:	c	d	e	f						g				a				h	c'	
	des	es								fis			as				ais	b		
Dez.Br.:	1	1,125	1,25	1,33						1,5			1,67				1,875	2		
	1,11	1,2						1,40				1,6					1,57	1,8		

Man sieht, daß das behandelte Zonenstück zwischen zwei Knoten
die Beziehungen der Flächenlagen weitgehend durch solche Tonschritte
ausdrücken läßt, mit welchen wir musizieren. Auch Halbtöne sind dar-
unter. Steigt die Komplikation (zu ersehen aus der wachsenden Index-
höhe), so sinkt die Möglichkeit der Parallelisierung mit unseren Ton-
schritten, erst stellen sich noch Halbtöne ein, dann ergeben sich Lücken.
Die Ganztonschritte — zahlenmäßig die einfacher gestalteten — geben
auch häufigere Flächenlagen. — So geht es in allen Kristallzonen, wo
immer sie sich „spannen“, auch in allen Kristallsystemen.

Als Kernstück des Zonenbaues zeigt sich eine Flächenfolge

hkl:	<u>001</u>	<u>017</u>	<u>013</u>	<u>012</u>	<u>011</u>	<u>021</u>	<u>031</u>	<u>071</u>	<u>010</u>
Töne:	c	d	e	f	g	a	ais	h	c'
							<u>~</u> b		

Die Flächen und Töne gruppieren sich symmetrisch um $g = 011$ und geben paarweise Zusammenklänge. Ordnen wir die Tonfolgen von c nach c' und umgekehrt als Akkordfolgen nach folgendem Schema:

c'	a	b	h	c	(je zwei untereinander-
c	g	f	e	d	c' gestellte tönen zugleich),

so hören wir eine angenehme, melodische Folge. Die Symmetrie des Flächen- und des Tongefüges gehen darin einander parallel.

An Schwefelkristallen von der Tracht „L“ (Niggli) gibt es eine Zone
100 310 210 110 120 130 010

die dem entspricht, aber ohne eine Fläche mit Index 7. — Solche Flächen sind überhaupt nicht häufig, aber bei Schwefel und Anatas ordnen auch sie sich als Flächen 117 in bestimmte Zonen ein! — Die Harmonie der Kristallflächenzonen läßt sich also gleichsam abhören.

Aber Kristallarten und ihre Einzelmanifestationen sind starke Individualitäten und singen eigene, unterschiedliche Lieder. Davon noch ein paar Beispiele.

Topas-Weisen

Abb. 3 betrifft einen modellartig gewachsenen Topaskristall auf den „Kopf“ und von vorne gesehen. Sogleich fallen die parallelekantigen Flächenverbände, die Zonen, ins Auge, deren harmonischen Aufbau wir nun sprechen lassen.

1. Zone:	010	130	120	110	(100)	
h/k	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	(∞)	Fläche in Klammer
Okt.-F.:	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	(2)	ist unentwickelt
Tonfolge:	c	e	f	g	—	

Melodie: Denn wir sind hier (Aus dem Lied „Sind wir vereint zur guten Stunde...“)

2. Zone:	001	013	011	021	010
q	0	$\frac{1}{3}$	1	2	∞
Okt.-F.:	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	2
Tonfolge:	c	e	g	a	c'

Melodie: Von c' nach c gesungen: Als ich wiederkam (Aus dem Lied „Als ich Abschied nahm...“)

3. Zone:	001	103	101	(100)
p	0	$\frac{1}{3}$	1	(∞)
Okt.-F.:	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	(2)
Tonfolge:	c	e	g	(c')

Melodie: „Schwäbische, bayrische Dirndl...“

4. Zone:	001	113	112	111	110
q	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	∞
Okt.-F.:	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	2
Tonfolge:	c	e	f	g	<u>c'</u>

Melodie: Ein bekanntes Walzerlied-Thema.

Okt.-F. bedeutet Umwandlung in die Oktavenform. — Unterstrichene Noten bedeuten lang gehaltene Töne = groß entwickelte Flächen. — Man sieht in der Einfachheit der Tonfolgen und Volkstümlichkeit der Melodien das Parametergesetz, das ein Gefüge aus einfachen Abschnittszahlen für Kristallflächen verlangt, widergespiegelt. Man sieht auch die anmutigen Variationen der Flächenmelodien in verschiedenen Zonen. Es ist an sich bedeutungslos, wenn wir an bestimmte Lieder u. dgl. erinnert werden. Entscheidend ist es, daß es sich akustisch und kristallographisch um einfache, klare Harmonien handelt und in beiden Gebieten die Tonschritte unseres menschlichen Musizierens verwendet werden.

Weißbleierz-Weise

Weißbleierzkristalle zeigen eine Streifung in der Zone 001—010, die sich aus Flächen 021, 011, 012, 010 zusammensetzt. Das sei harmonisch behandelt.

Zone:	(001)	012	011	021	010
q	(0)	$\frac{1}{2}$	1	2	∞
Okt.-F.:	(1)	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	<u>2</u>
Tonfolge:	—	f	g	a	<u>c'</u>

Melodie: Ob Du mich liebst... (Lied aus „Nakiris Hochzeit“ von P. Lincke).

Die Flächentriole f-g-a klingt lang mit c', einem Knoten, aus. Das ist eine der Weißbleierz-Weisen aus der Fülle, welche diese Kristallart, mitunter sehr verborgen, zur Verfügung hat.

Granaten-Rhapsodie

Aus dem Granatbild, Abb. 4, läßt sich folgendes Zonenstück ausschneiden:

Zone:	1 $\bar{1}$ 2	3 $\bar{1}$ 4	101	413	211	431	110
p q	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{1}$ $\frac{0}{1}$	$\frac{4}{3}$ $\frac{1}{3}$	$\frac{2}{1}$ $\frac{1}{1}$	$\frac{4}{1}$ $\frac{3}{1}$	∞
+ $\bar{1}$ 0	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$ $\frac{1}{4}$	0 0	$\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$	1 1	3 3	∞
q	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0	$\frac{1}{3}$	1	3	∞
+ $\frac{1}{2}$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{7}{2}$	∞
Okt.-F.:	1	$\frac{6}{5}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{16}{11}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{16}{9}$	2
Tonfolge:	c	es	f	g	<u>as</u>	b	c'

T r i o l e

Melodie: Motiv: Einleitung zur Ungarischen Rhapsodie von Liszt in B-dur. — $^{16}_{11}$ ist wenig abweichend von $^{3}_{2}$, das wäre reines g, und $^{16}_{9}$ wenig abweichend von $^{9}_{5}$, das wäre reines b. — Abweichungen, mit welchen Zigeunermusik, das Gefühl erregend, operiert.

Um keinen Irrtum aufkommen zu lassen: Die Kristalle machen nicht deutsche, europäische oder „weiße“ Musik; sie musizieren menschlich erfassbar, und zugleich mit ihren besonderen, persönlichen Noten universell. Und das bringt uns schließlich zurück zu Keplers Weltweisheit!

Glück auf!

Aus dem Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Graz

Der Baryt von Guggenbach

Von Adolf Winkler, Graz

Bei der Durchsicht der bisherigen Literatur über den Baryt von Guggenbach zeigt es sich, daß die Kristalle dieses Fundpunktes bisher noch nicht goniometrisch vermessen wurden und es daher durchaus berechtigt ist, diese Arbeit durchzuführen.

Älteste Angaben über den Baryt von Guggenbach wurden von E. Hatle in seinem Buche „Die Minerale des Herzogtums Steiermark“ 1885 zusammengefaßt. Später erschienen von E. Hatle und A. Sigmund 1913 in den Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark Ergänzungen. Die Angaben über den Baryt von Guggenbach haben folgenden Wortlaut:

1. E. Hatle (1).

„In der Umgebung von Deutschfeistritz (Thal und Arzwaldgraben, Rabenstein, Guggenbach, Stübinggraben u. a. O. s. Bleiglanz) auf den Bleiglanzlagerstätten. Meist in derben, körnigen Massen, doch sind auch sehr schöne Drusen rhombisch-tafeliger Kristalle bekannt, Vorherrschen von $\infty\bar{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$, nicht selten mit kleinen Flächen von $\infty\bar{P}_2$, $\bar{P}\infty$ und P.“

2. E. Hatle (2),

Guggenbach.

„Drusen schöner, beinahe wasserheller oder weißer und durchscheinender, bis 1 cm groß und 2 mm dicker Tafelkristalle, denen vorherrschend die Kombination (010), (101), (111), (011) und (120) zugrunde liegt.“

Akust.	1	1,125	1,2	1,25	1,33	1,4	1,5	1,6	1,67	1,75	1,8	1,87	2											
	1	9/8	6/5	5/4	4/3	7/5	3/2	8/5	5/3	7/4	9/5	15/8	2											
Oktave	C	d	e _s	e	f	f _{is}	g	a _s	a	a _{is}	b	b _{is}	c'											
λ	7895	7698	7010	6870	6563	6452	6316	6080	5918	5893	5639	5270	4934	4861	4739	4501	4386	4330	4308	4213	$\times 10^{-8}$ cm	3969	3950	
	"purpur."			t	orange gelb		grün-gelb	grün	grün	grün	blau	blau	indig od. blauviolett	violett										
	Fraunhofer'sche Linien													A bis H										
	A	B	C		D		E		F		G		H											
ν	380	390	423	437	456	465	475	493	507	511	532	570	608	612	618	667	684	692	696	712		756	760	
Abb. 1.																								
	Wasserstoff-Linien																							
	H α				D								H β				H γ				H δ			
	1				9/8								4/3				3/2				5/3			
	C				(d)								F				G				a			

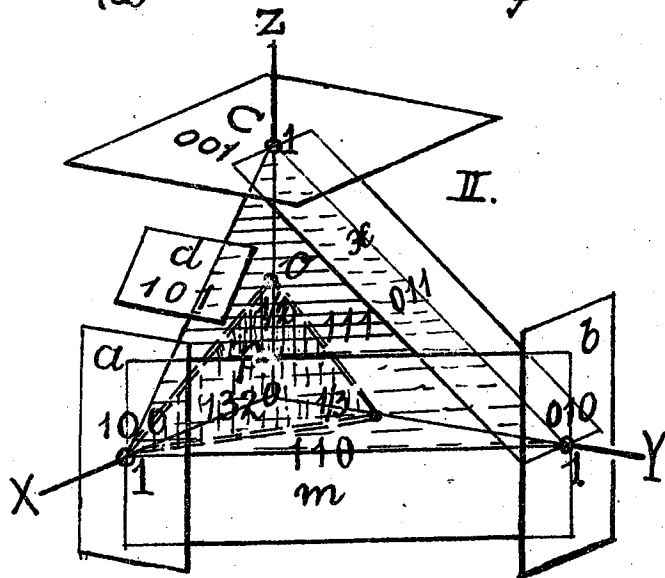
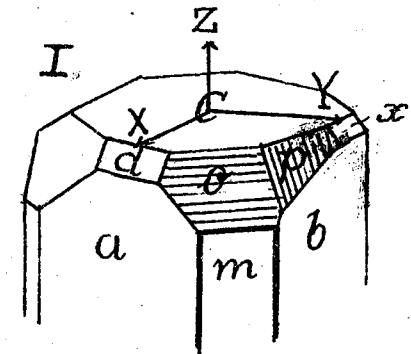


Abb. 2.

Ein Kristall (I) wird nach seinen Flächen aufgelöst (II).
Millers Indizes auf den Flächen,

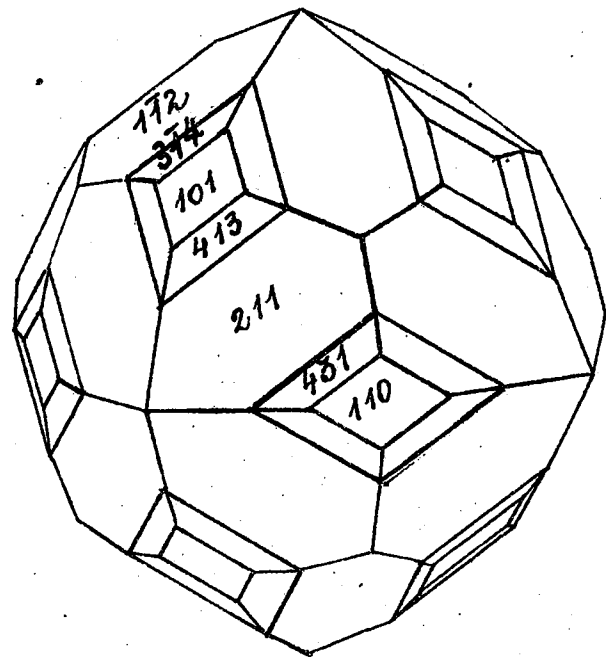
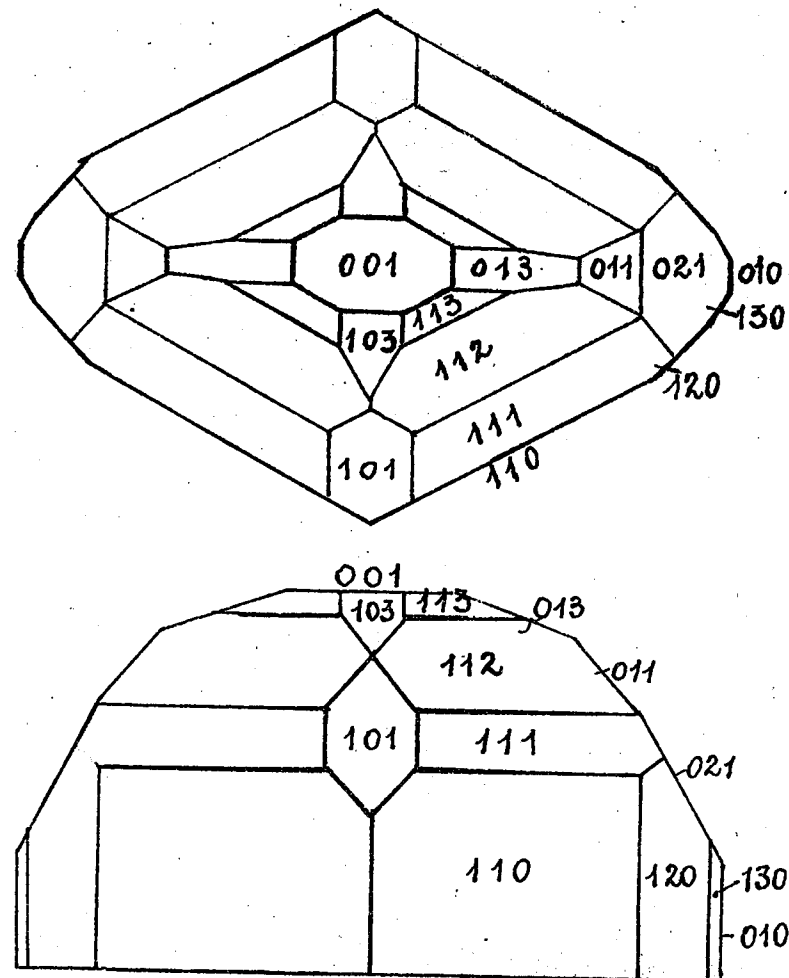


Abb. 4. Granat. 110, 112, 134.

Abb. 3. Topas oben "Kopf", unten von vorn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [2 1951](#)

Autor(en)/Author(s): Angel Franz

Artikel/Article: [Harmonie und Kristalle 17-27](#)