

## 7. Über das Gefüge des parallelfaserigen Gipses.

Von

Otto Mellis.

### Inhalt.

	Seite.
Einleitung . . . . .	131
I. Der parallelfaserige Gips . . . . .	132
II. Geologie der lettischen Gipsvorkommen . . . . .	133
III. Gefügeelemente des Fasergipses . . . . .	133
IV. Mikroskopische Beschaffenheit und Orientierung der einzelnen Gefügee- elemente . . . . .	135
1. Feine Fasern an der Suturefläche . . . . .	135
2. Grundfasern . . . . .	137
Diagramme . . . . .	138
A. Schnitte senkrecht zur Faserachse . . . . .	138
B. Schnitt parallel der Faserachse . . . . .	140
C. Kritik der Messergebnisse und der Diagramme . . . . .	141
a. Ungenaue Lage der Schnittfläche . . . . .	141
b. Divergenz der Faserachsen . . . . .	141
c. Auslese von bestimmten Fasern bei der Einmessung . . . . .	141
d. Auswertungsmethode der Punktdiagramme . . . . .	142
e. Selektive Umorientierung der Fasern . . . . .	142
3. Seidenglänzender Gips . . . . .	144
4. Stengel und grosse Kristalle . . . . .	145
5. Porphyroblasten im seidenglänzenden Gips . . . . .	145
V. Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	146
VI. Anwendung der Ergebnisse zur Deutung der in der Literatur vorliegen- den Daten über das Gefüge des Fasergipses . . . . .	147
Benutzte Literatur . . . . .	149
Diagramme . . . . .	149

### Einleitung.

Obwohl die parallelfaserigen Mineralaggregate in der Natur sehr verbreitet und einige von ihnen von grosser praktischer Bedeutung sind, hat man bisher diesen Gebilden wenig Beachtung geschenkt. Besonders mangelhaft sind die zahlenmässigen Angaben über das Gefüge dieser Aggregate, worauf bereits ROSICKÝ (1941) hingewiesen hat. Eine Reihe von Fragen,

die bei Betrachtung der Kristallisations- und Umkristallisationsvorgänge im dichten Haufwerk von Kristallen auftauchen, kann erst durch eingehende und mit Zahlen belegte Untersuchungen des Gefüges der parallelfaserigen Aggregate beantwortet werden.

### I. Der parallelfaserige Gips.

Da die parallelfaserigen Gipsaggregate, wie der Name besagt, aus parallel oder fast parallel orientierten Fasern oder Stengeln bestehen, bereitet es keine Schwierigkeit, die Regel nach der Korngestalt in diesen Gebilden zu bestimmen. Meistens lautet die Regel: Faserachse  $F \perp$  der Wand  $W_n$ . Mitunter sind auch die Fasern schief oder sogar parallel der Wand gerichtet, was als Folge einer para- oder postkristallinen Deformation aufgefasst werden könnte.

Die Regel nach dem Kornbau ist für den parallelfaserigen Gips noch nicht bekannt. Die bisherigen Untersuchungen über die Orientierung der Gipsfasern sind kristallographischer Natur und haben die Beziehungen zwischen der Faserachse und den kristallographischen Bezugsrichtungen, also nur die Gefügetracht, erörtert. Das Gesamtgefüge als solches wurde dabei nicht behandelt. Aber auch die Gefügetracht des Fasergipses ist nicht eindeutig geklärt worden. Einige Forscher (BECKENKAMP 1890, CESÀRO 1898, JANSEN 1933) sind auf Grund von kristallographischen oder röntgenographischen Untersuchungen zu dem Schluss gekommen, dass im Fasergips  $F \parallel [001]$  liegt.<sup>1</sup> R. SCHMIDT (1911) hat dagegen nach eingehender Untersuchung von Fasergips aus 27 verschiedenen Vorkommen gefunden, dass nur im feinfaserigen Gips  $F \parallel [001]$  orientiert ist. Im Gips mit etwas größeren Fasern liegt  $F$  in  $(010)$ . KREUTZ (1916) hat im Fasergips von Swoszowice in Polen entweder  $[001]$  oder  $[010]$  als  $\parallel F$  bestimmt. LINCK (1926) schliesst sich der Auffassung R. SCHMIDTS an, indem er zugibt, dass jede einzelne Faser die von R. SCHMIDT gefundene Gefügetracht hat, die Fasern selbst aber als beträchtlich divergierend findet. Als bevorzugte Orientierungsrichtungen von  $F$  in  $(010)$  werden von ihm  $[001]$  und die „Richtung des faserigen Bruchs  $(101)$ “ erwähnt. MÜGGE (1928) neigt der Meinung zu, dass in den von ihm untersuchten 2 Proben  $2/3$  der Fasern mit  $F \parallel (010)$  liegen,  $1/3$  der Fasern scheint ihm aber anders orientiert zu sein. Nach der Einmessung der Indikatrixlagen nur in 8 Gips-

<sup>1</sup> Mit  $F$  ist hier die Faserachse, mit  $S_u$  die Sutfäche (central parting) und mit  $W_n$  die Wand = obere und untere Begrenzungsfläche der Schicht bezeichnet. Um Missverständnisse zu vermeiden, wird hier mit den in gewöhnliche Klammern gesetzten Symbolen [z. B.  $(010)$ ] eine kristallographische Ebene und nicht das Lot zu dieser bezeichnet. Das Symbol des Lotes setzt sich aus dem Symbol der Ebene und dem Vorzeichen  $\perp$  zusammen [z. B.  $\perp (111)$ ], falls dieses Lot nicht durch ein Kantensymbol ausgedrückt werden kann.

fasern (Fasergips von Hildesheim) zieht ROSICKÝ (1941) den Schluss, dass im Fasergips in der Lage der kristallographischen Richtungen bezogen auf die Faserachse keine Gesetzmässigkeit besteht.

Vorliegende Arbeit stellt einen ersten Versuch dar, das durchaus komplizierte Gefüge, besonders aber die Gefügetracht des Fasergipses zu klären, ohne dabei Anspruch auf Vollständigkeit der Ergebnisse zu erheben.

Als Untersuchungsmaterial diente der in Lettland, in der Umgegend von Riga, besonders in den Gipsbrüchen Saurieši und Nāvessala in grossen Mengen und guter Ausbildung vorkommende Fasergips. Die Untersuchungsergebnisse wurden durch Beobachtungen an Material von zahlreichen anderen Lokalitäten aus verschiedenen Ländern nachgeprüft.

## II. Geologie der lettischen Gipsvorkommen.

Der Fasergips kommt in Lettland meistens in Gipsablagerungen der lagunaren Fazies (*c*-Abteilung) des Oberdevons in 1—15 cm mächtigen horizontalen Schichten von grosser arealer Ausbreitung vor und gehört zu dem cross-fiber-Typus englischer Verfasser ( $F \perp Wn$ ). Diese Schichten grenzen meistens einerseits an blauen Ton, andererseits an einen mit Gips imprägnierten Dolomitmergel oder an ein gipsreiches Gestein (gebänderten Gips). Seltener ist der Fasergips beidseitig im blauen Ton eingelagert. Zur allgemeinen Beschreibung der Gipsablagerungen vgl. ROSENSTEIN (1932).

## III. Gefügeelemente des Fasergipses.

Im Fasergips aus Lettland können mehrere Gefügeelemente unterschieden werden.

1. Feine Fasern an der Suturefläche. In allen Fasergipsschichten tritt eine im veränderlichen Abstand von den Wänden verlaufende feine Suturlinie *Su* (central parting) auf (Abb. 3). Sie ist die Spur des Schnittes der Suturefläche mit einer Bruch- oder Schnittfläche parallel den Fasern. In unmittelbarer Nähe der Suturefläche (nur wenige mm beiderseits der *Su*) sind die Fasern ung. 0,01 mm breit.

2. Grundfasern. Die Breite der feinen Fasern nimmt mit wachsendem Abstand von der Suturefläche bis 0,1—0,4 mm zu, dem Mittel von ung. 0,2 mm entsprechend. Diese Fasern sind allgemein, weshalb sie im folgenden Grundfasern genannt werden (Abb. 1, 3 und 4).

3. Seidenglänzender Gips. An den Hangend- und Liegendflächen ist der Gips öfters sehr feinfaserig und hat einen charakteristischen Seidenglanz. Dieser Typus besteht aus vollkommen geraden Fasern (Abb. 2), die sich von oben und von unten bis fast an die Suturefläche erstrecken. Die Suturefläche wird im lettländischen Gips jedoch von diesen Fasern nie erreicht (vgl. auch Gips von Nottinghamshire, RICHARDSON 1920, p. 81).

In Proben von Ilfeld (Harz) und von Kaiserstuhl in Baden (Samml. Mineral. Inst. d. Universität Berlin) reichen allerdings die seidenglänzenden Fasern megaskopisch bis an die Suturfläche.

4. Stengel und grosse Kristalle. Mit zunehmender Entfernung von der Suture erweitern sich die Grundfasern sehr oft zu Stengeln, die



Abb. 1. Teilweise umkristallisierter Fasergips im Schnitt // F. Deutlich sichtbare Suturlinie im unteren Teil des Bildes. Über der Suturlinie sind Grundfasern zu sehen, die in Stengel und grobe Kristalle übergehen. Parallel Su orientierte (010)-Spaltrisse im grossen Kristall oben rechts als feine weisse Linien auf dunklem Untergrund sichtbar. Im Kristall oben links schliessen die (010)-Spaltrisse einen Winkel von  $10^\circ$  mit Su ein. Nāvessala (Lettland). Vergr.  $4,5 \times$ . Nicols +.

stellenweise ganz grob werden und dann grosse Gipskristalle („Marienglas“) bilden (Abb. 1).

5. Gipsporphyroblasten im seidenglänzenden Gips. Auch im seidenglänzenden Gips bilden sich oft grosse Gipskristalle mit einigen gut entwickelten Begrenzungsflächen aus (Abb. 2). Oft haben diese Kristalle eine allseitig idiomorphe Begrenzung von Porphyroblasten. Mit zunehmender Grösse verdrängen sie völlig den seidenglänzenden Fasergips und sind dann im Aussehen von denjenigen nicht zu unterscheiden, die durch Vergrößerung der Grundfasern entstanden sind.

Diese Gefügeelemente kommen im lettländischen Gips sehr oft bereits im Bereiche eines normalen Handstückes alle zusammen vor. Andere gewöhnliche Kombinationen sind: 1, 2, 4; 1, 2; 2, 4; 1, 2, 3; 1, 2, 3, 5.

Auch Fasergipsproben von anderen Lokalitäten weisen die hier kurz charakterisierten Gefügeelemente auf. Besonders ähnlich dem lettländischen ist der Fasergips von Nottinghamshire (siehe die vorbildliche Beschreibung von RICHARDSON 1920).

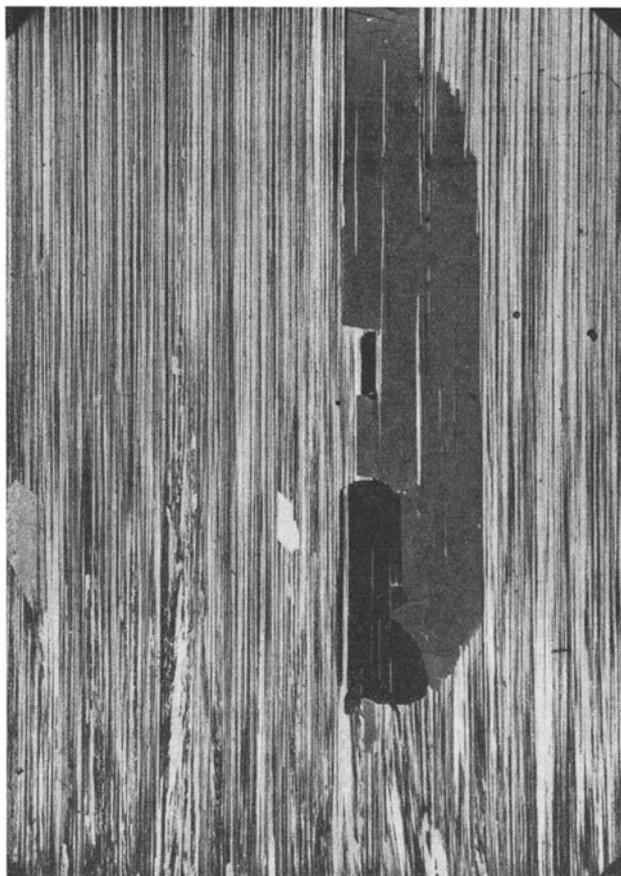


Abb. 2. Seidenglänzender Gips mit Porphyroblasten. Faserrelikte im Porphyroblast deutlich zu sehen. Nāvessala (Lettland). Vergr. 8 ×. Nicols +.

#### IV. Mikroskopische Beschaffenheit und Orientierung der einzelnen Gefügeelemente.

1. **Feine Fasern an der Suturefläche.** Diese sind gewöhnlich mit der Faserachse senkrecht zur Suturefläche orientiert. An Stellen, wo die Suturefläche uneben ist, stellen sich die gekrümmten Fasernenden lotrecht zur Suturefläche. Jeweils sind jedoch die beidseitigen Fasernenden nach derselben Seite gekrümmt. Mitunter sind die Fasernenden der einen Seite gekrümmt und schief zur Suturefläche, die der anderen Seite verlaufen aber gerade und lotrecht zu ihr (Abb. 3).

Die an der Suturefläche sich gegenüberliegenden Fasernenden sind, wie eine Kontrolle zwischen gekreuzten Nicols zeigt, in der Regel gleich oder fast gleich orientiert. Optisch verhalten sie sich also wie ein einheitlicher, von der Suturefläche durchquerter Kristall. Sehr oft zeigen ganze Faser-



Abb. 3.



Abb. 4.

Abb. 3. Fasergips im Schnitt parallel der Faserachse. Die fast einheitliche Orientierung der feinen Fasern an der Suturlinie ist deutlich zu sehen (gleichzeitige Auslöschung resp. gleiche Interferenzfarbe beiderseits dieser). Die Grundfasern gehen in seidenglänzenden Gips mit Porphyroblasten über. Nāvessala (Lettland). Vergr.  $5,5\times$ . Nicols +.

Abb. 4. Fasergips im Schnitt senkrecht zur Faserachse. 3—5 mm von der Suturfläche. S. die zugehörigen Diagramme 1 und 4. Saurieši (Lettland). Vergr.  $24\times$ . Nicols +.

bündel eine fast einheitliche Auslöschung, die längs der Suturfläche grössere Strecken einnimmt, jedoch beiderseits senkrecht zu ihr nur 0,5—1 mm breit ist. Solche gleich auslöschende Faserbündel reagieren in Schnitten parallel F mit dem Gipsblättchen rot-1. Ordnung. Beim Drehen des Präparats zeigen ganze Areale längs der Suturfläche abwechselnd blaue oder gelbe Additions- resp. Subtraktionsfarben. In Schnitten  $\perp$  F sind die Areale fast gleicher Orientierung so gross, dass bei schwacher Vergrößerung mitunter das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes von einem solchen eingenommen wird.

Dieser eigentümlichen Eigenschaft des Fasergipses ist bisher keine Beachtung geschenkt worden, obwohl sie zweifelsohne vielfach beobachtet wurde. So zeigt z. B. Taf. II, Fig. 1 der Veröffentlichung MATSURAS (1925) schöne Fasern, die sich über die durch feine Einschlüsse gekennzeichnete Suturfläche mit gleicher optischen Orientierung erstrecken. Im Text wird jedoch diese Erscheinung von MATSURA nicht erwähnt.

Die Scharung von feinen Fasern zu grösseren Bündeln oder Überindividuen im Sinne SANDERS (1930) deutet auf das Bestreben der Fasern,

sich nach einer bestimmten Richtung einzuregeln. Im Dünnschliff bei starker Vergrößerung und stark abgeblendetem Kondensator sind die meisten Fasern deutlich von parallelen,  $\perp F$  orientierten Spaltrissen durchzogen. Es scheint dann, als ob die an der Suturefläche befindlichen Fasern aus rechteckigen Parallelepipeden bestünden. An den Feldern gleicher optischen Orientierung, oder an solchen Stellen, wo die Fasern im Dünnschliff sich nicht überlagern, löschen diese parallel der Spaltbarkeit aus. Konvergentes Licht gibt an solchen Stellen gewöhnlich einen Achsenbalken, der einem Schnitt senkrecht zu (oder wenig abweichend von) der optischen Achse entspricht. Nach der konoskopischen Figur zu urteilen, liegen manchmal sogar Schnitte senkrecht zu  $\gamma$  vor.

Der Balken verläuft in Normalstellung immer parallel den Spaltrissen, also liegt  $\beta$  senkrecht zu diesen. Falls die  $(\bar{1}11)$ -Spaltbarkeit vorläge, deren Spur im Schnitt senkrecht zu  $(010)$  fast parallel der Auslöschung ist, müsste der Balken senkrecht und  $\beta$  parallel zu den Spaltrissen liegen.

Dieser Umstand gestattet mit gewisser Bestimmtheit zu folgern, dass die beobachteten Spaltrisse parallel  $(010)$  verlaufen und dass demzufolge eine Einregelung der feinen Fasern mit der kristallographischen  $b$ -Achse bzw.  $[010] \perp Su$  vorliegt. Da die  $(010)$ -Spaltrisse in sehr vielen Fasern zunächst der Suturefläche auftreten, scheint die Einregelung ziemlich vollkommen zu sein. In Schnitten  $\blacktriangle F$  sind auch bei sorgfältigem Absuchen nur in sehr wenigen Fasern Spaltrisse zu entdecken. Im allgemeinen lässt sich feststellen, dass die Einregelung  $(010) \perp Su$  dicht an der Suturefläche in verschiedenen Proben verschieden stark ausgeprägt ist. Infolge dieser Einregelung ist die leichte Teilbarkeit der Fasergipsproben entlang der Suturefläche zu erklären.

2. **Die Grundfasern.** In Schnitten  $\nearrow F$  wird die Einregelung  $[010] \perp Su$  mit zunehmender Entfernung von der Suturefläche fortschreitend unvollständiger. Die Zahl der Fasern, an welchen die Spaltrisse zu finden wären, wird ständig kleiner. Die  $(010)$ -Spaltrisse weichen allmählich von ihrer zu  $F$  senkrechten Lage ab. Sie durchqueren die Fasern in gegen  $F$  verschiedenen, jedoch verhältnismässig stumpfen Winkeln. Nach diesem Merkmal zu urteilen und gemäss den von Faser zu Faser wechselnden Interferenzfarben ist die Faserorientierung in diesem Teil der Fasergipsschicht veränderlich. Dass hier trotzdem eine gewisse Regelung vorliegt, ist aus dem Verhalten der Fasern zwischen gekreuzten Nicols und mit eingeschaltetem Gipsblättchen zu ersehen.

Die Regelung wurde mit einem 5-achsigen U-Tisch (Modell EMMONS) bestimmt. Im Ganzen wurden 879 Fasern in 4 verschiedenen Präparaten eingemessen, die aus einer 6,5 cm mächtigen Fasergipsschicht (Gipsbruch Saurieši) hergestellt waren. Diese Schicht besteht aus verhältnismässig geraden und gleichmässigen Fasern und enthält keine grossen Kristalle und keinen seidenglänzenden Gips. Die Schichtbegrenzungsflächen, sowie die

Suturfläche sind eben und ohne Einbuchtungen oder Wellenfurchenabdrücke.

3 Dünnschliffe wurden aus dem 3 cm mächtigen Teil der Schicht angefertigt, dessen Abgrenzung nach oben die Suturfläche, nach unten die Liegendfläche vorstellt. Die Schnittebene des ersten Dünnschliffes verläuft ung. 3—5 mm von der Suturfläche (Abb. 4), ung. 10 mm unterhalb (also 13—15 mm von Su) die des zweiten Präparates und weitere 10 mm nach unten (ung. 23—25 mm von der Su oder ung. 5 mm von Wn) die des dritten.

In jedem dieser Dünnschliffe wurde die Lage der optischen Indikatrix an 200 Fasern eingemessen. Da in diesen Schnitten nur sehr wenige Fasern deutliche Spaltrisse aufweisen und diese infolge der fast gleichen Brechungsindices von Gips und Canada-Balsam wenig sichtbar sind, konnte lediglich ihre Lage bezogen auf die Faserachse bestimmt werden.

Zur Kontrolle der erzielten Ergebnisse wurde die Lage der optischen Indikatrix auch im Schnitt // F bestimmt, wozu in einem Dünnschliff im Abstand von 4 und 11 mm von der Suturfläche 170 resp. 109 Fasern eingemessen wurden.

Auf genaue Einmessung unter Einhaltung aller die Genauigkeit erhöhenden Massregeln wurde besonderes Gewicht gelegt. „Vereinfachungen“ und Nachlassen der Genauigkeit wurden vermieden, da ungenaue und unsichere Daten, trotz des Gesetzes der grossen Zahlen, keine zuverlässigen Resultate zeitigen, besonders im Falle der Ermittlung kristallographischer Richtungen.

Auch auf genaue Auswertung der Messergebnisse wurde geachtet. Die Messergebnisse wurden im Anschluss an die vom Verfasser vertretene Auffassung (MELLIS 1942) in stereographischer Projektion eingetragen und nach dem ursprünglich von W. SCHMIDT (1925) gegebenen, jedoch der stereographischen Projektion angepassten Verfahren ausgewertet.

**Diagramme.** Da im Gips die  $\beta$ -Achse der Indikatrix mit der kristallographischen  $b$ -Achse oder [010] resp. mit dem Lot zu (010) zusammenfällt, ist diese Richtung unzweideutig festgelegt. Dadurch gewinnen die  $\beta$ -Diagramme im Vergleich zu  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Diagrammen an Bedeutung. Die letzteren sind wegen der Zweideutigkeit, die ihnen durch die kristallographische und optische Symmetrie des Gipses zukommt, mit grösster Vorsicht zu interpretieren.

**A. Schnitte senkrecht zur Faserachse.** Alle  $\beta$ -Diagramme (D 1—3) zeichnen sich durch sehr schwache Besetzung des Grundkreises und dessen nächster Umgebung mit  $\beta$ -Polen aus. Eine zonale Verteilung der Pole und der Maxima (NE—SW Zone) ist ebenfalls allen Diagrammen gemeinsam.

Ein Vergleich der Maxima-Lagen (Tab. 1) veranschaulicht die Verhältnisse in diesen Diagrammen. Maximum 1 in D 1 mit  $\varrho = 48^\circ$  ist auch in D 2 und D 3 zu sehen, nur verschiebt es sich dort näher zum Zentrum

Tabelle 1.

Koordinaten der  $\beta$ -Maxima in den Diagrammen 1—3.

Lagen	D 1			D 2			D 3		
	$\varphi$	$\rho$	%	$\varphi$	$\rho$	%	$\varphi$	$\rho$	%
1	63	48	5	40	35	5	50	35	5
2	215	15	4	227	18	3	212	17	3
3	238	77	6	233	80	6	237	71	4
4	250	72	5	259	78	5	275	65	4
5	—	—	—	—	—	—	10	15	5

$\varphi$  von dem o-Strich an der unteren Seite (S-Pol) des Diagrammes,  
 $\rho$  vom Zentrum des Diagrammes gerechnet.

(F-Pol). Submaximum 2, das als Überrest der dicht an der Suturfläche vorkommenden Einregelung  $[010] \perp Su$  aufgefasst werden kann, ist als schwache Andeutung in D 2 und selbst in D 3 (halbinselartige 3 % Isoplethe) zu spüren. Die Lage des starken Maximums 3 ist ziemlich konstant. In D 3 ist dieses Maximum zum Submaximum geschwächt. Maximum 4 ist konstant in D 1 und D 2, in D 3 wird es schwächer und verschiebt sich. Maximum 5 tritt nur in D 3 auf.

Aus diesen Daten folgt, dass eine Einregelung der Fasern in mehrere Lagen vorliegt. Entsprechend der Maximastärke wird mit der zunehmenden Entfernung von der Suturfläche die Einregelung in die Lagen 2, 3 und 4 schwächer, dagegen ist die Einregelung in Lage 1 ziemlich konstant. Einregelung nach 5 ist nur in D 3 sichtbar und zeugt von einer dicht an Wn neuauftretenden Faserregelung.

Die Diagramme 4, 5 und 6 geben Auskunft über die Lage der entsprechenden  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima und bekräftigen die aus der Analyse von D 1, D 2 und D 3 gezogenen Schlussfolgerungen.

Das Vorhandensein von mehreren, veränderlichen Maximalagen deutet ein inhomogenes Gefüge an. Die Inhomogenität ordnet sich jedoch einem gemeinsamen Vektor ein, der an den Diagrammen ablesbar ist. Die Anhäufung der  $\beta$ -Maxima zu einem NE—SW verlaufenden Gürtel, der  $\alpha$ -Maxima zu einem W—E Gürtel und der  $\gamma$ -Maxima um den S (resp. N) Pol der Projektion ist ein deutliches Anzeichen für eine bevorzugte Richtung im Gefüge. Doch lässt sich diese aus den optischen Daten allein nicht näher bestimmen.

Die Bedeutung der einzelnen Maxima kann am besten durch die Untersuchung der Gefügetracht verstanden werden. Um diese zu ermitteln, wurden aus den Gefügediagrammen für jede Faser die  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Abstände

vom F-Pol bestimmt. Danach wurden mit Hilfe der so gewonnenen Koordinaten Diagramme konstruiert, in welchen die F-Pole in bezug auf eine fixierte optische Indikatrix projiziert sind. Da diese Diagramme nur den Zusammenhang zwischen der Gestalt des Kornes (Verlängerung nach der Faserachse) und der Lage der kristallographischen Richtungen des Innenbaues ausdrücken, wird hier für sie der Name „Gefügetrachtendiagramm“ eingeführt.

Da Gips monoklin-prismatisch kristallisiert und da ausser der optischen Indikatrix und den (010)-Spaltrissen (die der  $\alpha\gamma$ -Ebene entsprechen) keine kristallographischen Richtungen im Dünnschliff einzumessen sind, werden die Richtungen, um welche sich die Faserachsenpole scharen, zweideutig definiert. Durch Ausschaltung von Richtungen mit komplizierten Indizes kommt man zu folgenden, ziemlich wahrscheinlichen Gefügetrachten:

1. Gefügetracht  $F \perp (\bar{1}11)$  ist stark ausgeprägt. Dicht bei Su ist sie zwar etwas verschwommen (siehe D 7), verschärft sich aber mit der zunehmenden Entfernung von Su (in D 8), um nach einem relativen Optimum in D 9 zu vertönen.
2. Eine undeutlichere Gefügetracht  $F \perp (\bar{1}21)$  und  $F \perp (\bar{1}31)$  ist in der ganzen Erstreckung von Su—Wn vorhanden.
3. Die Gefügetracht  $F \perp (120)$  und  $F \perp (130)$  ist verhältnismässig un- deutlich in der Nähe von Su, wird aber mit der Entfernung davon deutlicher. In den am weitesten von Su entfernten Partien wird jene von einer stark ausgeprägten Gefügetracht  $F \parallel [010]$  überlagert.
4.  $c$ -Achse resp. [001] kommt als Faserachse nicht vor.
5. Gefügetracht  $F \parallel (010)$  ist sehr selten.

**B. Schnitt parallel der Faserachse.** Das  $\beta$ -Diagramm für die 4 mm von Su eingemessenen 170 Fasern (D 10) zeigt eine starke Tendenz der  $\beta$  in 30—90° Winkeln zur Su zu liegen. Eine polfreie Zone parallel der Su (senkrecht zur F) ist deutlich zu sehen. Dieselben Eigenschaften weist auch das Diagramm 11 für die 11 mm von der Su entfernten eingemessenen 109 Fasern auf. Die wechselnde Lage der  $\beta$ -Maxima sowie der entsprechenden  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima (D 12 und D 13) zeugt von einem inhomogenen Gefüge.

Aus den Gefügetrachtendiagrammen D 14 und D 15 ist ersichtlich, dass eine Gefügetracht  $F \perp (\bar{1}11)$  hier nicht vorkommt. Die Gefügetrachten  $F \perp (\bar{1}21)$  und  $F \perp (\bar{1}31)$  sind in 4 mm Abstand von Su sehr unvollkommen entwickelt, werden aber in 11 mm Abstand vollkommener. Eine undeutliche Gefügetracht  $F \perp (120)$  und  $F \perp (130)$  ist auf der ganzen Erstreckung Su—Wn zu spüren. Auch in diesen Diagrammen ist sehr deutlich zu sehen, dass die  $c$ -Achse als Faserachse nicht auftritt, und dass  $F \parallel (010)$  selten vorkommt. Das Ausbleiben der Gefügetracht  $F \perp (\bar{1}11)$  in diesen Diagrammen kann durch die Inhomogenität des Gefüges erklärt werden.

Das Gefüge der Grundfasern lässt sich zusammenfassend folgendermassen beschreiben:

1. Das Gefüge ist inhomogen, enthält aber einen die Inhomogenität überlagernden gemeinsamen Vektor.
2. Keine einzige Faser besitzt die Gefügetracht  $F \not\parallel [001]$ .
3. Nur einzelne Fasern haben die Gefügetracht  $F \not\parallel (010)$ .
4. Trotz der bedeutenden Streuung der F-Pole in bezug auf die optische Indikatrix können folgende Gefügetrachten wahrgenommen werden:
  - a.  $F \perp (\bar{1}11)$ ,  $F \perp (\bar{1}21)$ ,  $F \perp (\bar{1}31)$ . Streuung der F-Pole beiderseits der durch diese Flächenpole gekennzeichneten Zone. Streuwinkel etwa  $20^\circ$ .
  - b.  $F \perp (120)$  und  $F \perp (130)$ . Streuung der F-Pole beiderseits der durch diese Flächenpole gekennzeichneten Zone. Streuwinkel etwa  $20^\circ$ .
  - c.  $F \not\parallel [010]$  dicht an  $S_u$  und dicht an  $W_n$ .
5. Ein allgemeines Bestreben zur Regel  $[010] \perp S_u$  ist unverkennbar.
6. Zwillingbildungen konnten nicht konstatiert werden.

**C. Kritik der Messergebnisse und der Diagramme.** Bei der Festlegung der Regelung und Gefügetracht der Fasern in Dünnschliffen ist die Beeinflussung der Ergebnisse durch mehrere Fehlerquellen möglich.

a. Ungenaue Lage der Schnittfläche. Die Herstellungsmethodik der Dünnschliffe bringt es mit sich, dass auch bei sehr sorgfältigem Arbeiten Abweichungen bis zu  $10^\circ$  von der angestrebten Schnittlage vorkommen können. Gewöhnlich sind jedoch die Orientierungsfehler viel kleiner. Die Möglichkeit einer ungenauen Lage der Schnittebene wurde bei der Auswertung der Diagramme berücksichtigt.

b. Divergenz der Faserachsen. Eine gewisse Divergenz der F ist oft vorhanden. Die durch Einmessung von divergierenden Fasern (besonders in Schnitten senkrecht zu F) entstehende Streuung der Pole in Gefüge- und Gefügetrachtdiagrammen wurde durch die Wahl von Faserproben mit besonders guter Parallelität der Fasern möglichst behoben.

c. Auslese von bestimmten Fasern bei der Einmessung. Dem Bestreben, möglichst alle im Gesichtsfeld vorhandenen Fasern einzumessen, wurde durch die Dimensionen der einzelnen Fasern eine gewisse Grenze gesetzt. Diejenigen Fasern, deren Durchmesser kleiner als  $0,05$  mm waren, entzogen sich der Einmessung auf dem U-Tisch. Dadurch entstand eine unerwünschte Vernachlässigung der feineren Fasern. Ob diese anders eingeregelt sind als die gröberen, lässt sich z. Zt. nicht sagen. Nach den konoskopischen Figuren und der Lage der Schwingungsrichtungen zu urteilen, scheinen die nicht eingemessenen Fasern das hier wiedergegebene Gefügebild nicht wesentlich zu beeinflussen.

d. Auswertungsmethode der Punktdiagramme. Die Lage der nach der SCHMIDT'schen Auswertungsmethode der Punktdiagramme erzielten Maxima und Submaxima ist etwas unbestimmt und gewissen Schwankungen unterworfen. Ändert man z. B. den Radius des Zählkreises oder die Anzahl der eingemessenen Pole, so verschiebt sich das Maximum (D 2, D 17—20 bei SANDER 1930). Man könnte deshalb bezweifeln, erstens, dass die Maxima und Submaxima der Diagramme wirklich irgendwelchen kristallographischen Richtungen entsprechen und, zweitens, dass die hier gegebene kristallographische Deutung der Gefügetrachten dem Sachverhalt entspricht. Es wäre durchaus denkbar, dass z. B. die Gefügetrachtdiagramme nur eine unregelmässige Scharung der um  $\beta$  stark gestreuten F-Pole darstellen, doch ist gegen eine solche Deutung einzuwenden, dass die Maximalagen in den Diagrammen eine gewisse Beständigkeit aufweisen (s. Tab. 1). Für die richtige Indizierung der Richtungen der bevorzugten Orientierung spricht der Umstand, dass in der Nähe der Maxima und Submaxima nur wenige Richtungen mit einfachen Indizes sich befinden. Die hier gewählten Richtungen liegen den Maxima am nächsten.

e. Selektive Umorientierung der Fasern. Die von FAIRBAIRN (1935) ausgesprochene Meinung, dass während des Schleifaktes eine selektive Umorientierung der Gipsindividuen im Dünnschliff stattfindet, bedarf näherer Erörterung, da sie von äusserst grosser Bedeutung nicht nur für die Interpretation des Gipsgefüges, sondern für die Gefügekunde überhaupt ist. Sollte eine Umorientierung der Mineralkörner in Dünnschliffen während des Schleifaktes nachgewiesen werden, so sind vielleicht die meisten Gefügediagramme gegenstandslos. Darum möchte ich hier der Arbeit FAIRBAIRNS besondere Aufmerksamkeit schenken.

Eine Umorientierung der Mineralkörner beim Anfertigen eines Dünnschliffes ist aus verschiedenen Gründen wohl denkbar. In den von mir untersuchten Gipsdünnschliffen kann jedoch eine Umorientierung im Sinne FAIRBAIRNS nicht nachgewiesen werden. Obwohl die  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima auf D 4, D 5 und D 6 fast dieselbe Lage wie bei FAIRBAIRN aufweisen, so kann hier eine Gitterdrehung um  $[010]$  dafür nicht verantwortlich gemacht werden, denn die  $(010)$ -Ebene der Gipsfasern liegt in diesen Schnitten nicht senkrecht zur Schliffebene. Das ist schon aus der Betrachtung der D 1, D 2 und D 3 deutlich zu ersehen. Eine Untersuchung vom Handstück abgekratzter Gipsfasern unter der Binokularlupe lässt die aus Diagrammen zu erwartende schiefe Lage der  $(010)$ -Spaltflächen an den meisten Faserfragmenten bestätigen. Eine Umorientierung im Sinne FAIRBAIRNS wäre eher in Schliffen  $\not\parallel F$  zu erwarten, wo in vielen Fasern die  $(010)$ -Spaltbarkeit schief zu F, aber senkrecht zur Schliffebene verläuft. Das Studium der Diagramme 12 und 13 zeigt jedoch auch hier keine deutliche  $\alpha$ -Maxima im Zentrum und  $\gamma$ -Maxima am Grundkreise der Projektion. Um die von FAIRBAIRN ausgesprochene Ansicht zu prüfen, habe ich ung. 100 senkrecht

zu (010) geschnittene Gipsfasern aus verschiedenen Schlifflinien ( $\parallel$  und  $\perp$  F) einer konoskopischen Prüfung unterzogen. Nach FAIRBAIRN sollten die meisten Fasern das  $\alpha$  senkrecht zur Schlifflinienfläche zeigen. Nur sehr wenige Schnitte hatten jedoch diese Orientierung. Die überwiegende Mehrzahl zeigte einen schiefen Austritt der optischen Achse oder war sogar  $\perp \gamma$  orientiert. Die Auffassung von FAIRBAIRN kann somit an unserem Material nicht bestätigt werden. Damit soll aber die Umorientierungsmöglichkeit des Gipsgitters während des Schleifaktes nicht unmittelbar abgewiesen werden. Die reversible Änderung der optischen und die irreversible Änderung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Gipses bei erhöhter Temperatur (Erwärmung bei Herstellung des Dünnschliffes!) und die von N. GROSS (1923) beim Herstellen von Kugeln aus Gipskristallen gemachten Erfahrungen nötigen zur Vorsicht bei diesbezüglichen Schlussfolgerungen. Solange aber keine einwandfreien Beweise für eine Umorientierung vorliegen, ist kein Anlass vorhanden, einer Interpretierung der Gipsgefügediagramme im Sinne FAIRBAIRNS den Vorzug zu geben.

Die in den Diagrammen FAIRBAIRNS auftretenden Unstimmigkeiten können, ausser den von FAIRBAIRN selbst erwogenen Umständen, noch durch folgende Ursachen hervorgerufen werden.

1. Inhomogenität des Gefüges. Auf diese Möglichkeit hat mich Prof. SANDER lebenswürdigerweise aufmerksam gemacht. Bei Überlagerung von verschiedenen Regeln können nach SANDER nicht ineinander überführbare Diagramme entstehen. Darum ist es voreilig, durch einfachen Vergleich von  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Maximalagen Schlüsse in bezug auf die Regelung zu ziehen. Dies soll am Beispiel einer Analyse der  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Maxima der Diagramme 11 und 13 erläutert werden.

In D 16 sind alle  $> 3\%$   $\beta$ -Polanhäufungen eingezeichnet. Die zu einer jeden Polanhäufung gehörigen Pole erhielten ihr besonderes Zeichen. Berücksichtigt sind nur diejenigen Pole, die nicht weiter als  $20^\circ$  vom Schwerpunkt der Anhäufung liegen (Kreise mit  $r = 20^\circ$  um diese). Die Analyse der  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Diagramme (D 17 und D 18) zeigt, dass diejenigen Kornlagen, die zur Bildung von  $\beta$ -Maxima führen, nicht die  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima hervorrufen. Das grösste und stärkste  $\gamma$ -Maximum besteht sogar zu 80% aus solchen  $\gamma$ -Polen, die den an der Bildung von  $\beta$ - und  $\alpha$ -Maxima nicht beteiligten Kornlagen entstammen.

2. Fehler bei der Anfertigung und Interpretierung der Diagramme. Da von FAIRBAIRN so kardinale Fragen, wie die Umregelung in Dünnschliffen und die Aufstellung neuer Spaltbarkeits- und Translationsebenen berührt worden sind, möchte ich hier auf einige kristallographische Ungenauigkeiten seiner Arbeit hinweisen.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prof. F. E. WICKMAN, Stockholm, hat lebenswürdigerweise auf meine Anregung hin meine Berechnungen der FAIRBAIRNSchen Diagramme nachgeprüft, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlich danke.

*Diagramm I bei FAIRBAIRN, das die Lage der kristallographischen Bezugsrichtungen erläutern soll.*

	In dem Diagramm	Sollte sein	Differenz
Pol (101): $c$	57°	37,5°	20°
Pol (121): $c$	62	49	13
Ebene durch (121) und $c$ : Ebene $\beta c \beta$	31	43	12
Pol ( $\bar{4}03$ ): $c$	51	33	18

Ausserdem sollten die Pole (121) und (101) nicht wie in dem Diagramm, sondern auf gemeinsamem Zonenkreis liegen.

*Diagramm IO bei FAIRBAIRN.*

	In dem Diagramm	Sollte sein	Differenz
Pol (121): Pol (010)	47°	56°	9°
Pol (121): $\gamma \beta$ -Ebene	5	14,5	9,5
Pol ( $\bar{4}03$ ): $\alpha$	14 rechts	4,5 links	18,5

Die Pole (121) und ( $\bar{4}03$ ) liegen somit ausserhalb der im Diagramm IO gezeichneten Maxima. An Stelle von ( $\bar{4}03$ ) könnte man sehr gut ( $\bar{1}01$ ) setzen, da dieser Pol mit  $\alpha$  einen Winkel von 13° einschliesst. Man könnte wohl annehmen, dass diese Unstimmigkeiten durch fehlerhafte Aufzeichnung der richtigen Ergebnisse entstanden sind. Dagegen aber spricht das Diagramm 7, wo Polanhäufungen um die gegebenen Richtungen zu sehen sind, sowie der Umstand, dass dieselben Fehler auf allen Diagrammen vorkommen.

Ohne auf andere diskutierbare Einzelheiten der Arbeit näher einzugehen, möchte ich noch bemerken, dass nicht ( $\bar{2}01$ ), sondern vielmehr die Ebene ( $\bar{3}02$ ) senkrecht zu  $\alpha$  liegt.

3. **Seidenglänzender Gips.** Eine an mehreren Präparaten ausgeführte Bestimmung der Schwingungsrichtungen in Schnitten // F ergab:  $\alpha' : F = \text{max. ca. } 40^\circ$ ,  $\gamma' : F = \text{max. ca. } 50^\circ$ . Die Feinheit der Fasern mit der damit verknüpften Überlagerung der einzelnen Fasern im Dünnschliff gestattete nicht exaktere Bestimmungen. Jedoch auch dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Faserachsen mit der kristallographischen Achse  $c$  zusammenfallen. Um das nachzuprüfen, wurde ein im Querschnitt 0,2 mm breites Faserbündel von einem Handstück abgespalten und röntgenographischer Analyse unterzogen. Ein solches Bündel enthält ung. 100 Fasern.

Es wurde eine Drehkristallaufnahme mit Cu-Strahlung nach der Methode von STRAUMANIS & IEVIŇŠ (1940) gemacht. Auf dem Röntgenogramm waren zwei erste Schichtlinien und eine zweite Schichtlinie zu sehen. Ausmessung und Berechnung ergaben 6,23 Å für den Identitätsabstand in der Faserrichtung. Nach DE JONG und BOUMAN (1938) ist im Gips  $c_0 = 6,23$  Å. Daraus folgt, dass die Faserachse mit der  $c$ -Achse zusammenfällt. Nach

den Reflexen zu urteilen, die fast ebenso scharf wie beim Einkristall sind, muss die Gefügetracht  $F \parallel c$  sehr gut ausgeprägt sein.

Auf Grund dieser optischen und röntgenographischen Feststellungen ist anzunehmen, dass im seidenglänzenden Gips eine sehr deutliche Gefügetracht  $F \parallel [001]$  vorliegt.

4. **Stengel und grosse Kristalle.** Die Orientierung dieser in bezug auf Su wurde ortho- und konoskopisch geprüft. Obwohl die meisten Kristalle eine vollkommen unregelmässige Lage aufweisen, ist jedoch eine Einregelungstendenz mit  $[010] \perp Su$  zu spüren. Dies ist sehr schön auf Abb. 1 zu sehen, wo die meisten grossen Kristalle und Stengel parallel oder fast parallel zur Su orientierte (010)-Spaltrisse aufweisen. Ähnliche Regelung wurde in vielen anderen Dünnschliffen konstatiert. Bei Stengeln lässt sich ausserdem eine Gefügetracht  $F \parallel [010]$  nachweisen.

5. **Porphyroblasten im seidenglänzenden Gips.** Trotz der im allgemeinen auffallend recht unregelmässig erscheinenden Lage der einzelnen Porphyroblasten kann an diesen eine undeutliche Regelung  $[010] \parallel Su$  wahrgenommen werden. Das ist aus der in Porphyroblasten  $\perp Su$  sehr oft auftretenden (010)-Spaltbarkeit zu ersehen. Sehr viele Porphyroblasten im seidenglänzenden Gips von verschiedenen Lokalitäten weisen im Bruch stark glänzende und senkrecht zur Su gerichtete (010)-Spaltflächen auf. An einem Fasergipsstück (Saurieši, Lettland) mit sehr grossen Porphyroblasten (ca. 2 cm dick und 5—6 cm breit und lang) und Resten des seidenglänzenden Gipses konnte sehr gut beobachtet werden, dass die (010)-Spaltrisse in Porphyroblasten  $\perp Su$  orientiert waren. Es wurden von 9 solchen Porphyroblasten dünne Spaltblättchen abgespalten und in diesen nach der Lage der  $(\bar{1}11)$ - und (100)-Spaltrisse und den optischen Daten die Gefügetrachten (Orientierung zu F der ursprünglichen Fasern) bestimmt. Für  $c : F$  wurden folgende Werte gefunden:  $22^\circ, 27^\circ, 16^\circ, 31^\circ, 18^\circ, 11^\circ, 19,5^\circ, 12^\circ, 15^\circ$ . Es ist somit eine Gefügetracht der Porphyroblasten mit  $c : F = 11-31^\circ$  und eine Regel  $[010] \parallel Su$  wahrgenommen worden.

Die graphische Auswertung der von BECKENKAMP (1890) gegebenen Stereogramme für die drei von ihm ausgemessenen Porphyroblasten aus feinfaserigem Gips von Zimmersheim ergaben:

	Regel $[010] : Su$	Gefügetracht $c : F$
1 . . . . .	$10^\circ$	$30^\circ$
2 . . . . .	10	70
3 . . . . .	38	41

## V. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse der megaskopischen und mikroskopischen Untersuchungen zusammenfassend kann das Gefüge des parallelfaserigen Gipses folgendermassen kurz charakterisiert werden:

Dicht an der Suturfläche sind die Fasern sehr fein und weisen eine deutliche Regel  $[010] \perp Su$  auf. Mit der zunehmenden Entfernung von der Suturfläche werden die Fasern allmählich gröber und die Regel  $[010] \perp Su$  wird unvollkommener. Die Grundfasern werden nach mehreren Richtungen eingeregelt, die möglicherweise den Gefügetrachten  $F \perp (\bar{1}11)$ ,  $F \blacktriangle (\bar{1}21)$ ,  $F \perp (\bar{1}31)$ ,  $F \blacktriangle (120)$  und  $F \blacktriangle (130)$  entsprechen. Andere Gefügetrachten sind möglich. Jedoch viel typischer als die hier gefundenen Gefügetrachten ist das Ausbleiben der Gefügetracht  $F \not\parallel [001]$  und  $F \not\parallel (010)$ . Dicht an der Wand erweitern sich die Grundfasern zu Stengeln und grossen Kristallen und dabei kommt eine neue Regel  $[010] \perp Su$  zustande, die die variable Grundfaserregelung überlagert.

An den Begrenzungsflächen (an der Wand) der Fasergipsschicht ist öfters ein seidenglänzender Gips anzutreffen, der aus sehr feinen und geraden Fasern besteht. Diese sind sehr gut nach  $[001] \perp Su$  geregelt und erstrecken sich oft bis fast an die Suturfläche. Der seidenglänzende Gips enthält oft Porphyroblasten, die eine undeutliche Tendenz zur Einregelung nach  $[010] \not\parallel Su$  aufweisen.

Es können somit im Fasergips morphologisch und nach der Regel zwei selbständige Teilgefüge unterschieden werden: 1. *Grundfaser-gips*, der aus feinen Fasern dicht an der Suturfläche, Grundfasern, groben Stengeln und grossen Kristallen besteht, und 2. *seidenglänzender Gips* mit Porphyroblasten. Eine solche Definition des Fasergipses gestattet es, die scheinbar widersinnigen Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zu verstehen. Auch genetisch scheint diese Zweiteilung begründet zu sein. Auf die Entstehung des Fasergipses soll in einer anderen Veröffentlichung näher eingegangen werden. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass sowohl der Grundfaser-gips als auch der seidenglänzende Wachstumsgefüge darstellen. Die Verschiedenheit der Ausbildung ist durch ungleichförmige Wachstumsbedingungen verursacht. Dass in den hier wiedergegebenen Diagrammen im Gegensatz zu den Kalzitdiagrammen SCHMIDEGGS (1928) das Kristallausleseprinzip von GROSS-MÖLLER nicht zur Geltung gekommen ist, beruht auf Überlagerung des primären Wachstumsgefüges durch Umkristallisationsgefüge. Die Einregelung nach  $[010] \perp Su$  der feinen Fasern dicht an Su und der Stengel und grossen Kristalle an Wn ist durch Umkristallisation hervorgerufen. Ebenso sind nachträglich die Porphyroblasten entstanden. Das dürften die in Stengeln und Porphyroblasten enthaltenen Faserrelikte beweisen. Die Umkristallisation kann bisweilen so weit fortschreiten, dass der Fasergips in ein einheitlich spaltendes und orientiertes Kristallaggregat oder sogar in

einen Einkristall umgewandelt wird. Die Bedeutung der Umkristallisation und der damit verbundenen Änderung des primären Wachstumsgefüges für richtige Erfassung der Entstehung faseriger Mineralaggregate wird im allgemeinen zu niedrig eingeschätzt.

## VI. Anwendung der Ergebnisse zur Deutung der in der Literatur vorliegenden Daten über das Gefüge des Fasergipses.

Durch das Studium vieler Fasergipsproben in verschiedenen Sammlungen und durch kritischen Vergleich der Literaturdaten mit den hier gegebenen bin ich zu folgenden Schlussfolgerungen gekommen:

Die von ROSICKÝ (1941) erzielten, wenn auch ziemlich unvollständigen Ergebnisse beziehen sich auf den Grundfasergips. Dasselbe kann auch von den Beobachtungen MÜGGES (1928) gesagt werden. Die schlechte Übereinstimmung der SCHMIDTschen Untersuchungsergebnisse mit den hier wiedergegebenen lässt sich mit der Unvollkommenheit der von R. SCHMIDT (1911) angewandten Methodik erklären. Durch die Zertrümmerung des Fasergipses und eine danach erfolgte Auslese von zur Einmessung geeigneten Fasern, wie das R. SCHMIDT gemacht hat, ist die Auslese der Fasern mit Gefüge-tracht  $F \parallel (010)$  unvermeidlich, denn alle anderen Fasern mit  $F$  schief zur  $(010)$ -Spaltbarkeit werden dabei in Fragmente zerfallen, die zur Einmessung nach dem R. SCHMIDTschen Verfahren ungeeignet sind. Auch die Zahl der eingemessenen Fasern (18—28, maximal 45 Fasern von jeder Probe) ist zu klein, um allgemeine Schlüsse ziehen zu können. SCHMIDT unterscheidet nicht den Grundfasergips vom seidenglänzenden, bei den Schlussfolgerungen sieht er sich aber gezwungen „eine Zweiteilung“ vorzunehmen. „Die einen, lauter Aggregate von feinen, seidenglänzenden Fasern, zeigen meist keine merkliche Abweichung von  $c'$ ; die anderen dagegen, die durch gröbere Fasern oder durch lockeres Gefüge ausgezeichnet sind, schwanken mehr oder weniger um  $c'$  herum“. (SCHMIDT, 1911, S. 23.)

RICHARDSON (1920, S. 82) findet, dass . . . „the crystals seem in most cases to be elongated to the vertical axis“. Nach den in seiner Arbeit gegebenen Abbildungen (Fig. 3, S. 83) und nach der von mir gesehenen Probe (Mineral. Sammlung Univ. Uppsala, No. 579/20) scheint der Fasergips von Nottinghamshire ein Grundfasergips zu sein. Dafür spricht auch die Feststellung RICHARDSONs, dass die im Fasergips eingeschlossenen Kristalle mit der Längsachse (nach Fig. 3 bei RICHARDSON zu beurteilen auch mit der  $(010)$ -Spaltbarkeit) senkrecht zur Faserrichtung orientiert sind. Seidenglänzender Gips dicht an  $W_n$  (Fig. 1 bei RICHARDSON) ist auch anwesend.

Der von LINCK (1926) untersuchte Fasergips aus Jena scheint auch zum Grundfasergips zu gehören, soweit das aus den Beschreibungen LINCKs hervorgeht. Die mir zur Verfügung stehenden Fasergipsproben aus Jena

zeigen deutlich die von LINCK betonte Divergenz der F wie auch alle morphologischen Eigenschaften des Grundfasergipses.

BECKENKAMP, CESÀRO, KREUTZ, JANSEN u. a., die von einer sehr vollkommenen Orientierung nach  $F \parallel [001]$  sprechen, haben seidenglänzenden Gips untersucht. Das geht sehr deutlich aus den Beschreibungen dieser Verfasser hervor.

Der von ST. KREUTZ (1916) beschriebene, mit  $[010] \perp Su$  eingeregelter Fasergips stellt ein weit fortgeschrittenes Stadium der Umkristallisation dar. Ähnliche Gefüge habe ich in Fasergipsproben von mehreren anderen Lokaltäten gesehen. Als Beispiele seien hier genannt: 1. Fasergips von Allonshead in England (Min. Sammlung Univ. Uppsala, No. 579/169). 2. Fasergips von Ceara, Brasilien (Mineral. Sammlung Naturhist. Riksmuseet, Stockholm, No. 21636). Vollkommen umkristallisiert mit  $[010] \perp Su$ . 3. Fasergips von Corneille, Le Puy, Frankreich (Mineral. Samml. Univ. Königsberg und Mineral. Samml. Univ. Berlin, Deutschland) weist in mehreren Proben dasselbe Gefüge auf. Er besteht aus seidenglänzendem Gips und dem vollkommen nach  $[010] \perp Su$  umkristallisierten Grundfasergips.

Abschliessend sei noch bemerkt, dass die hier beschriebenen Fasergipsausbildungsformen in Einzelheiten gewissen Schwankungen unterworfen sein können. So kann z. B. an der Sutfäche mitunter statt der feinen Fasern ein feinkörniges Aggregat auftreten (Wieliczka, Polen), der seidenglänzende Gips kann dicht an der Wand von Grundfasergips abgelöst werden (Ilfeld, Harz) u. s. w. Das hier entworfene Bild der verschiedenen Ausbildungsformen der Gipsfasern und ihrer gegenseitigen Beziehungen erleidet aber dadurch keine wesentlichen Änderungen.

Dieser Aufsatz stellt einen Teil der Gips-Cölestin-Untersuchung dar, die vom Verfasser vor mehr als 10 Jahren im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität Lettlands in Riga begonnen und nach langer Unterbrechung 1946 im Mineralogisch-geologischen Institut der Universität Uppsala fortgesetzt und teilweise niedergeschrieben wurde. Für die mir grosszügig gegebene Möglichkeit diese Arbeit zu einem definitiven Abschluss zu bringen und das mir erwiesene freundschaftliche Wohlwollen bin ich Herrn Prof. Dr. ERIK NORIN, Direktor des Mineralogisch-geologischen Instituts der Universität Uppsala, zu tiefstem Dank verpflichtet.

Ich benutze die Gelegenheit auch an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. HELGE G. BACKLUND, Uppsala, für die vielen kritischen und anregenden, bis ins Jahr 1934 zurückgehenden Bemerkungen zu meinen Arbeiten meinen tiefempfundenen Dank zu sagen.

Herrn Prof. Dr. BRUNO SANDER, Innsbruck, danke ich herzlichst für viele wertvolle Ratschläge, die meinen gefügekundlichen Blick wesentlich geschärft haben.

Mineralogisk-geologiska Institutionen, Uppsala, den 10. März 1947.

### Benutzte Literatur.

- BECKENKAMP, J. Gyps von Zimmersheim. Z. Krist. Bd. 17, 331—335, 1890.
- CESÀRO, G. Description des minéraux phosphatés, sulfatés etc. Mém. L'Acad. Roy. de sc. etc. de Belgique, Tome 53, 1—136, Bruxelles, 1898.
- FAIRBAIRN, H. W. A petrofabric analysis of gypsum. Z. Krist. Bd. 92, 321—343, 1935.
- GROSS, N. Die Bezugsfläche der Lösungsgeschwindigkeit für Gips. Z. Krist. Bd. 57, 143—179, 1922/23.
- JANSEN, W. Röntgenographische Untersuchungen über die Kristallorientierung in parallelfaserigen Aggregaten. Z. Krist. Bd. 86, 171—185, 1933.
- DE JONG, W. F. & BOUMAN, J. Das reziproke und das Bravais'sche Gitter von Gips. Z. Krist. Bd. 100, 275—276, 1938.
- KREUTZ, ST. Gips aus den polnischen Lagerstätten. I. Subkarpatische Zone. Bull. Intern. L'Acad. d. Sc. de Cracovie. A. Sciences mathém. Année 1914, 387—441, 1915.
- LINCK, G. Cölestin pseudomorph nach Fasergips etc. Chemie der Erde, Bd. 2, 481—488, 1926.
- MATSURA, J. A consideration of the origin of fibrous gypsum. Jap. Journ. Geol. and Geogr., Bd. 4, 67—71, 1925.
- MELLIS, O. Gefügediagramme in stereographischer Projektion. Min. petr. Mitt. Bd. 53, 330—353, 1942.
- MÜGGE, O. Über die Entstehung faseriger Minerale etc. N. J. f. Min. B. Bd. 58, 303—348, 1928.
- RICHARDSON, W. A. The fibrous gypsum of Nottinghamshire, Min. Mag. Bd. 19, 77—95, 1920.
- ROSENSTEIN, E. Charakterisierung und Gruppierung der Schichten von Gipsfundorten im Gebiet Stopini-Salaspils-Navessala. Acta Univers. Latviensis, ķīm. fak. ser. 11, 6, 241—288, 1932.
- ROSICKÝ, V. Ein Beitrag zur Kenntnis des Kristallwachstums. Z. Krist. Bd. 103, 328—352, 1941.
- SANDER, B. Gefügekunde der Gesteine. Verlag Springer, Wien, 1930.
- SCHMIDEGG, O. Über geregelte Wachstumsgefüge. Jahrb. d. geol. Bundesanstalt, Bd. 78, 1—51, 1928.
- SCHMIDT, R. Beschaffenheit und Entstehung parallelfaseriger Aggregate von Steinsalz und Gips. Dissertation, Kiel, 1—25, 1911.
- SCHMIDT, W. Gefügestatistik. Min. petr. Mitt. Bd. 38, 392—423, 1925.
- STRAUMANIS, M. & IEVIŅŠ, A. Die Präzisionsbestimmung von Gitterkonstanten nach der asymmetrischen Methode. Verlag Springer, Berlin, 1940.

### Diagramme.

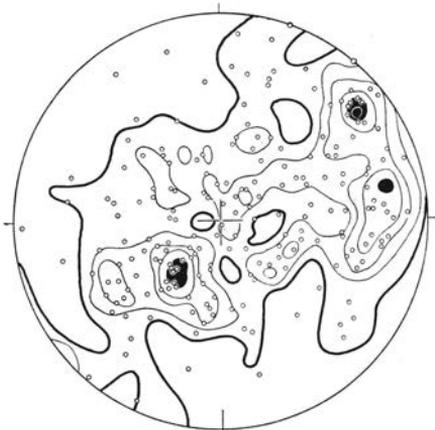
Alle hier wiedergegebenen Diagramme sind in stereographischer Projektion dargestellt. Die Auszählung erfolgte immer mit einem Zählkreis von  $r = 10^\circ$ . Die Scharungsgrößen — Anzahl der Vektorenpole im Zählkreis — sind im Prozentsatz der gesamten Polanzahl des Diagramms ausgedrückt. Da die jeweilige Isoplethenlage mit subjektiven Fehlern verknüpft ist, wird auf allen (ausser  $\alpha$ - und  $\gamma$ -) Diagrammen auch die Lage der Polvektoren (Punktdiagramm) gegeben.



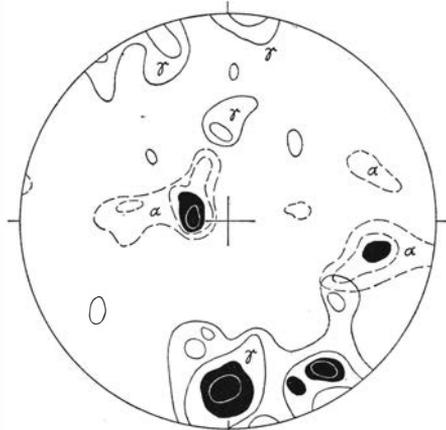
D 1



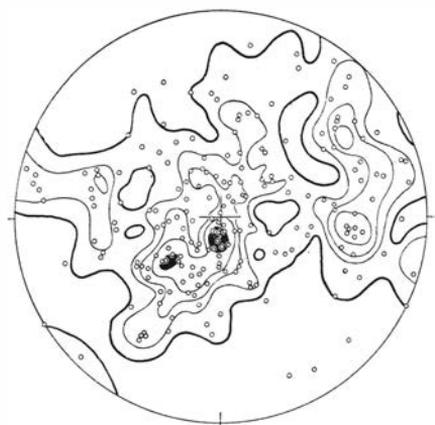
D 4



D 2



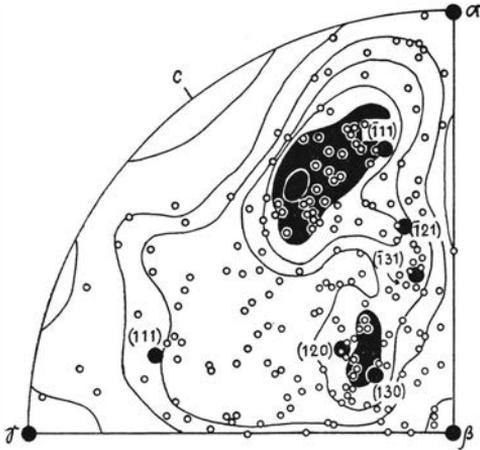
D 5



D 3



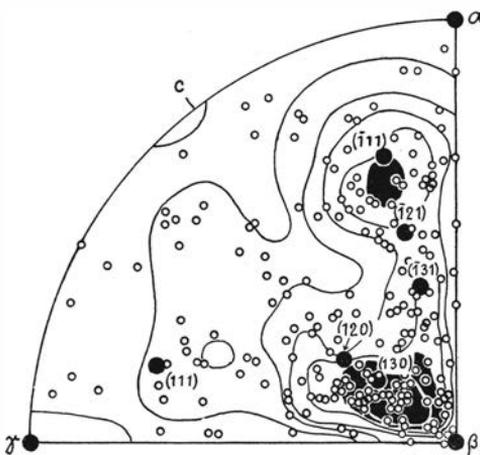
D 6



D 7



D 8



D 9

Parallelfaseriger Gips von Saurieši (Lettland). Schnitt  $\perp$  F. Alle Diagramme einheitlich, mit  $0^\circ$ -Punkt unten (S-Pol) orientiert. F  $\perp$  Projektionsebene.

D 1. 200  $\beta$ -Pole. Schnitt 3—5 mm von Su. > 6—5—4—3—2—1 %. Isoplethe > 6 % — weiss.

D 2. 200  $\beta$ -Pole. Schnitt 13—15 mm von Su. > 6—5—4—3—2—1 %. Isoplethe > 6 % — weiss.

D 3. 200  $\beta$ -Pole. Schnitt 23—25 mm von Su. > 5—4—3—2—1 %.

D 4. Lage der zu D 1 gehörigen  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima. Isoplethen für  $\gamma$  ausgezogen, für  $\alpha$  — gestrichelt. Aufgetragen nur Isoplethen  $\geq$  3 %.

D 5. Lage der zu D 2 gehörigen  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima. Bezeichnungen wie für D 4.

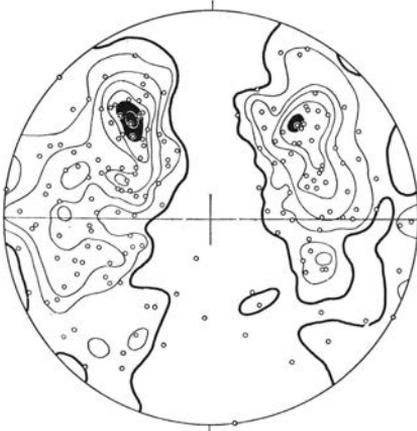
D 6. Lage der zu D 3 gehörigen  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima. Bezeichnungen wie für D 4.

Gefügetruchtdiagramme. Lage der F-Pole in bezug auf eine fixierte optische Indikatrix.

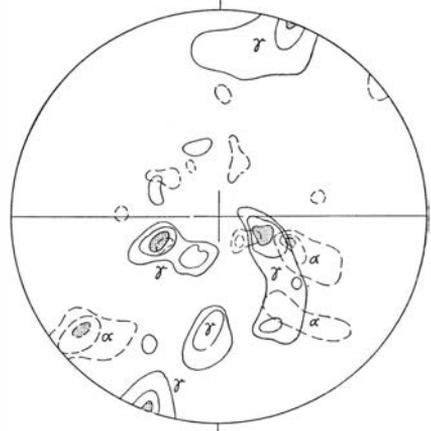
D 7. Transformiert von D 1 und D 4. > 13—11—9—7—5—3—1 %. Isoplethe > 13 % — weiss.

D 8. Transformiert von D 2 und D 5. > 11—9—7—5—3—1 %.

D 9. Transformiert von D 3 und D 6. > 13—11—9—7—5—3—1 %. Isoplethe > 13 % — weiss.



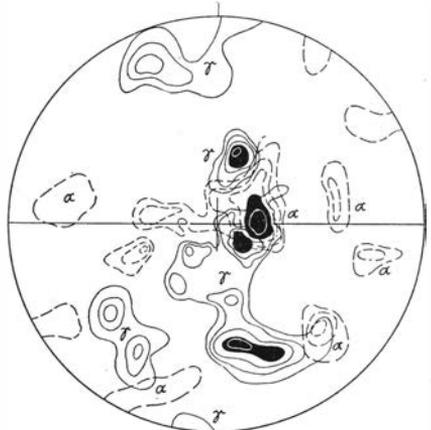
D 10



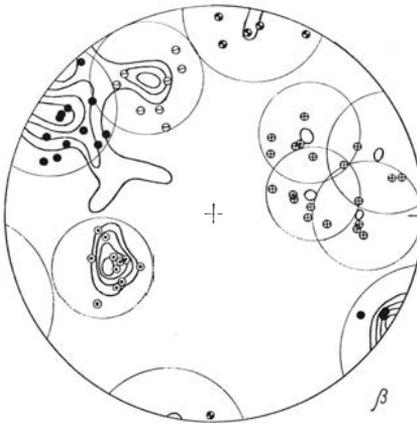
D 12



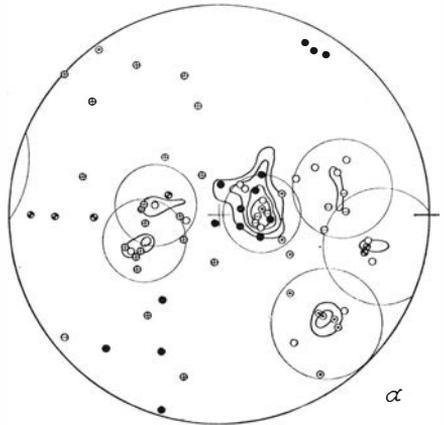
D 11



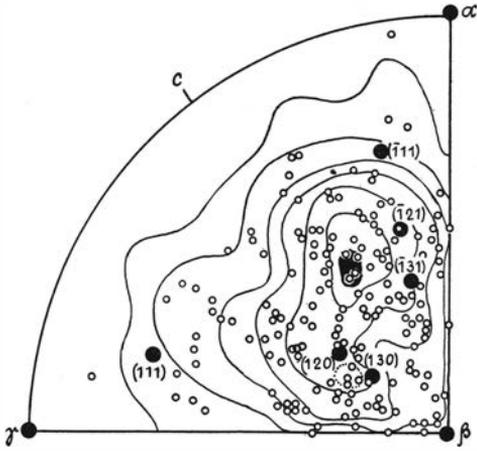
D 13



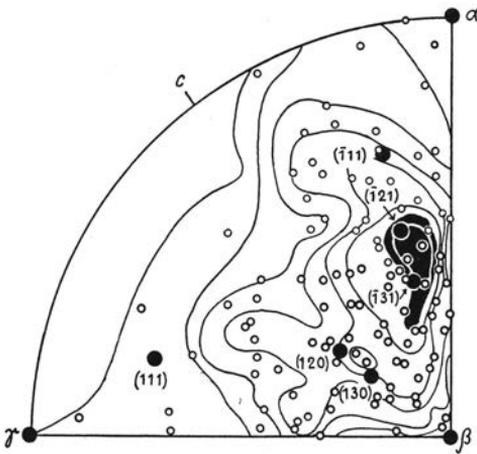
D 16



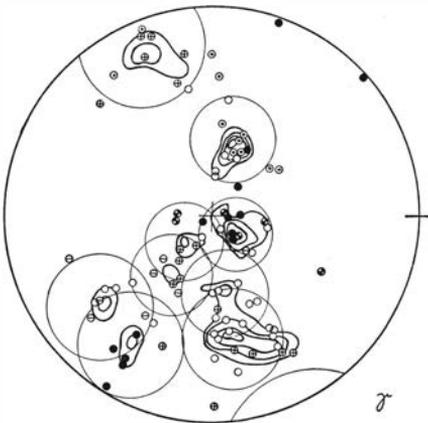
D 17



D 14



D 15



D 18

Parallelfaseriger Gips von Saurieši (Lettland). Schnitte // F. Auf allen Diagrammen F in der Projektionsebene (EW-Richtung).

D 10. 170  $\beta$ -Pole. Messungen ausgeführt 4 mm von Su. > 7-6-5-4-3-2-1 %. Isoplethe > 7 % — weiss.

D 11. 109  $\beta$ -Pole. Messungen ausgeführt 11 mm von Su. > 7-6-5-4-3-2-1 %. Isoplethe > 7 % — weiss.

D 12. Lage der zu D 10 gehörigen  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima. Isoplethen für  $\gamma$  ausgezogen, für  $\alpha$  — gestrichelt. Nur  $\geq 3$  % Isoplethen aufgetragen.

D 13. Lage der zu D 11 gehörigen  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Maxima. Bezeichnungen wie für D 12.

Gefügetrachtendiagramme. Lage der F-Pole in bezug auf eine fixierte optische Indikatrix.

D 14. Transformiert von D 10 und D 12. > 13-11-10-9-7-5-3-1 %. Isoplethe > 10 % — gestrichelt.

D 15. Transformiert von D 11 und D 13. > 15-13-11-9-7-5-3-1 %. Isoplethe > 15 % — weiss.

Darstellung der Beziehungen zwischen den einzelnen Polen, die die Maxima und Submaxima auf D 11 und D 13 bilden.

Alle Diagramme mit F in EW-Richtung orientiert. Kreise um Maximaschwerpunkte mit  $r = 20^\circ$ . Isoplethen > 6-5-4-3 %. Mit o bezeichnete  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Pole entsprechen denjenigen Kornlagen, die an der Bildung von  $\beta$ -Maxima nicht teilgenommen haben.

D 16.  $\beta$ -Maxima und Submaxima.

D 17.  $\alpha$ -Maxima und Submaxima.

D 18.  $\gamma$ -Maxima und Submaxima.