

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie  
**Band:** 14 (1934)  
**Heft:** 2  
  
**Artikel:** Morphologische Typen am schweizerischen Titanit  
**Autor:** Parker, Robert L.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-14651>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Morphologische Typen am schweizerischen Titanit

Von *Robert L. Parker* in Zürich

### I. Einleitung

#### A. ALLGEMEINES

Als Glied der schweizerisch-alpinen Kluftparagenesen erweist sich Titanit als ein Mineral von beträchtlicher Verbreitung und lokal sehr intensivem Auftreten. Dabei zeigt er in morphologischer Hinsicht eine Variabilität der Erscheinungsformen, die von wenigen anderen Mineralarten erreicht wird. Es ist der Zweck der vorliegenden Untersuchung, die auf einer detaillierten Überarbeitung der reichlichen Bestände der Zürcher Sammlung, sowie auf einer kritischen Verwertung der Literaturangaben beruht, diese kristallographische Variationsbreite zu verfolgen und zu umschreiben.

Es ist eine Tatsache, die durch zahlreiche morphologisch-statistische Arbeiten bewiesen erscheint, dass für die meisten Mineralarten und auch für solche, an denen ein grosser Gesamtformenkomplex nachgewiesen ist, nur relativ wenige Formen von ausschlaggebender Bedeutung sind. Ihre Wichtigkeit bekundet sich besonders in der grossen Verbreitung (was durch Persistenz- und Häufigkeitsberechnungen ausgedrückt werden kann), sowie vielfach auch in den vorherrschenden Grössendimensionen, mit denen sie sich an den Kristallen beteiligen. Ihnen gegenüber erscheinen die übrigen, meist viel zahlreicheren Formen von nur untergeordneter Verbreitung und Grösse. Bezeichnet man die Formen der ersteren Art als die *G r u n d f o r m e n* der Spezies, so können die übrigen als die akzessorischen Glieder des Formenkomplexes betrachtet werden. Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung erscheint es wünschenswert, zunächst die für den schweizerischen Titanit in Frage kommenden, lokalen Grundformen zu ermitteln und die Variationsbreite der durch sie hervorgerufenen morphologischen Erscheinungsformen des Minerals festzulegen. Es kann gehofft werden, dadurch bereits ganz wesentliche Charakterzüge der Lokalmorphologie des Titanits zu erfassen. Eine darauf folgende Untersuchung der akzessorischen Formenent-

wicklung wird dazu dienen, das zuerst erhaltene, summarische Bild in den Einzelheiten abzurunden und zu vervollständigen.

### B. STATISTISCHES

Als eine für die verfolgten Zwecke geeignet erscheinende Unterlage wurden sämtliche zur Verfügung stehenden Zeichnungen und Skizzen schweizerischer Titanite zusammengestellt und auf ihre Formenführung und -grösse hin untersucht. Die älteren Zeichnungen sind in V. GOLDSCHMIDT'S „Atlas der Kristallformen“, Band 8 (Heidelberg 1922), der weiterhin kurz als „Atlas“ zitiert wird, enthalten. Andere finden sich in neueren Spezialarbeiten und in grösserer Zahl standen die eigenen Beobachtungen zur Verfügung.

Die Resultate der in Bezug auf Häufigkeit und Grössenverhältnisse geführten, statistischen Auszählung dieser Figuren sind in Tabelle 1 teilweise wiedergegeben und deuten auf eine recht scharfe Gliederung der Formen im oben schon angedeuteten Sinne.

Tabelle 1

Buchstabe	Symbol n. DESCLOIZEAUX	Häufigkeit in %	Grössenzahlen in Teil-%		
			Grösse 1.	Grösse 2.	Grösse 3.
a	(102)	89 $\frac{1}{2}$	3	10	87
y	(001)	88	17 $\frac{1}{2}$	40 $\frac{1}{2}$	42
P	(100)	87	13	41 $\frac{1}{2}$	45 $\frac{1}{2}$
l	( $\bar{1}$ 12)	85 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	71
n	(111)	72	20	41 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{2}$
s	(021)	67	18	48	34
M	( $\bar{1}$ 32)	55	37	38	25
r	(110)	44 $\frac{1}{2}$	58	34 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$
t	( $\bar{1}$ 11)	37	58 $\frac{1}{2}$	24	17 $\frac{1}{2}$
q	(010)	18 $\frac{1}{2}$	39	30 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{1}{2}$
o	(310)	17	86	14	0
d	(131)	16	65	25	10
i	( $\bar{3}$ 12)	10 $\frac{1}{2}$	77	23	0

Von den über 70 am schweizerischen Titanit bekannten Formen zeigen nur die in der Tabelle aufgeführten 13 Glieder eine lokale Häufigkeit von über 10 %. Die restlichen Formen sind als ausgesprochene „individuelle“ Umgrenzungselemente im NIGGLI'schen Sinne (Lit. 12) zu bezeichnen. In der Tabelle sind auch die Resultate der statistischen Grössenbestimmung für jede Form angegeben. Diese Zahlen sind so zu verstehen, dass Grösse 1 kleine, 2 mittlere und 3 grosse Entwicklung bedeutet, wobei die angeführten Prozentzahlen die für jede Kategorie geltenden Teilprozente der Zahl der Figuren darstellen, auf denen die betreffende Form zu finden ist.

Wie ersichtlich, beteiligen sich 11 der 13 Formen an allen drei Kategorien und zwar mit z. T. sehr erheblichen Teilprozenten in der Kategorie 3. Diese Tatsache gewinnt dadurch an Bedeutung, als von den übrigen, als akzessorisch bezeichneten Formen nur ganz wenige je in einer der Kategorie 3 entsprechenden Grösse erscheinen. Es kann somit behauptet werden, dass die betreffenden 13 Formen nicht nur in Bezug auf Häufigkeit auf den schweizerischen Fundstellen bevorzugte Glieder sind, sondern praktisch auch die einzigen, die dort habitusbestimmend erscheinen. Es sind die typischen Grundformen des Titanits im untersuchten, lokalen Rahmen. Wenn von

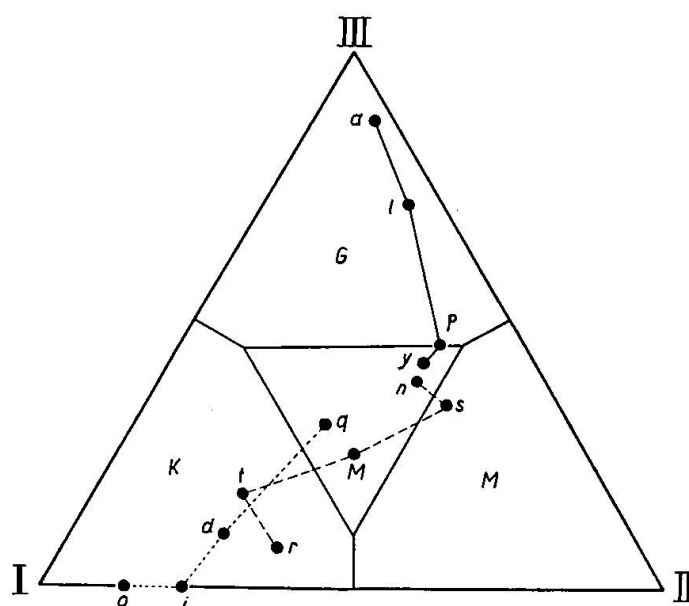


Fig. I

den übrigen Formen gelegentlich eine in grösserer Dimension an den Kristallen teilnimmt, so werden Typen resultieren, die als Spezialausbildungen von örtlicher Bedeutung zu berücksichtigen sein werden.

Eine graphische Wiedergabe des Inhaltes der Tabelle zeigt Fig. I, die nach einer vom Autor a. a. O. (Lit. 15) vorgeschlagenen Methode die Teilprozente für jede Form und Grössenkategorie im Dreiecksdiagramm wiedergibt. Die Formen a, y, P, l sind entsprechend ihrem „Leitformencharakter“ (vergl. P. NIOGLI, Lit. 12) zu einer Folge verbunden, desgleichen auch die als „Nebenleitformen“ anzusehenden Glieder n, s, M, r, t und ferner die als „Spezialformen“ zu betrachtenden q, o, d, i. In deutlichster Weise ist ersichtlich, dass der Übergang im Diagramm von der ersten zur dritten Serie mit einem Herabsinken und einer Linksverschiebung der die Formen darstellenden Pole verbunden ist. Währenddem die Leitformen sich im oberen Felde



(G = gross) projizieren, bewegen sich die Nebenleitformen hauptsächlich im zentralen Felde der variablen Grössenentwicklung, und die Spezialformen nähern sich bereits dem Pole I, also der untersten Grössenkategorie. Damit ist die ständig abnehmende Wichtigkeit der betreffenden Formenserien als herrschende Umgrenzungselemente deutlich zum Ausdruck gebracht.

Der Vergleich dieses Diagramms mit einem analogen, Fig. II, das sich aus der allgemeinen Titanitstatistik, wie sie L. OBERFÖLL (Lit. 13) geführt hat, konstruieren lässt, zeigt folgende Hauptanalogien und -unterschiede: Das allgemeine Diagramm, Fig. II, ent-

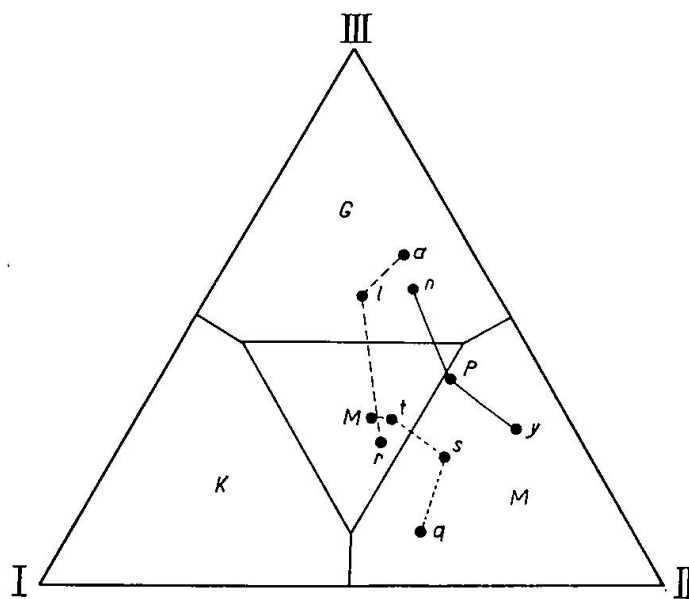


Fig. II

hält die Projektionspunkte von 10 Formen, unter denen sich sämtliche Formen von Fig. I wiederfinden, ausgenommen d, i, o. Die Lage der Punkte ist allerdings eine beträchtlich andere, indem allgemein eine merkliche Rechtsverschiebung eingetreten ist. Das mag bis zu einem gewissen Grade eine Folge nicht zu vermeidender subjektiver Momente beim Einschätzen der Flächendimensionen sein, deutet aber jedenfalls auf folgende Schlussfolgerungen hin: Die schweizerischen Grundformen sind auch für die Allgemeinentwicklung grösstenteils als Grundformen zu betrachten. Innerhalb der grösseren Mannigfaltigkeit der Allgemeinentwicklung ist ihre Grössenentwicklung eine mehr schwankende als im lokalen Rahmen, wo offenbar gewisse gerichtete Entwicklungstendenzen sich ausprägen und die Oberhand gewinnen. Es gilt diese festzuhalten und zu beschreiben.

Die beobachtete Tendenz des Minerals, im engeren Felde der lokalmorphologischen Untersuchung die allgemeinen Tendenzen zwar modifiziert, aber deutlich erkennbar wiederzugeben, entspricht einer vielfach angetroffenen Erscheinung und lässt sich für den vorliegenden Fall durch einen genaueren Vergleich der zwei Abfolgen noch etwas genauer fassen. Weit isolierter und zwar wesentlich gegen den grossen Pol hin verschoben finden sich im Diagramm „Schweiz“ die Projektionspunkte von a, l, P, y. Hier liegt offenbar die Kombination vor, die in stärkster Verallgemeinerung als Grundlage der alpinen Titanitmorphologie zu betrachten sein wird. Demgegenüber liegt n in Fig. I ganz merklich tiefer als in Fig. II, eine Erscheinung, die später mit dem Ausschluss eigentlich gesteinsbildender Kristalle aus dieser Untersuchung in Parallele zu setzen sein wird. Auch von r und t ist die Lage der Punkte wesentlich tiefer in Fig. I, so dass zu erwarten ist, dass entsprechende Typen, die für die Allgemeinbetrachtung von einiger Bedeutung sind, den Zerrklüftlagerstätten weitgehend fehlen. Das nicht unwesentliche Heraufrücken des q entsprechenden Punktes in Fig. I hängt mit der Verarbeitung einer Anzahl schöner alpiner Kristalle zusammen, die diese Form in selten abgebildeter Grösse führen.

Frägt man schliesslich nach der Art der als Grundformen in Frage kommenden Glieder, so ist ersichtlich, dass von den zwei in der monoklinen Holoedrie möglichen Formenarten (Pinakoide und Prismen) beide in den Diagrammen vertreten sind. Wenn letztere Formen numerisch überwiegen (9 gegen 4 in Fig. I), so ist andererseits klar, dass von den 4 höchstgelegenen Positionen 3 von Pinakoiden eingenommen werden. Darf also erwartet werden, dass die Prismen eine gewisse Mannigfaltigkeit in das morphologische Bild hineinbringen, so muss auf der anderen Seite mit einem eher verbreiteteren Einfluss der betreffenden Pinakoide gerechnet werden. Der nachfolgenden Detailuntersuchung muss allerdings der Entscheid überlassen bleiben, ob und inwieweit sich diese Einflüsse in Gestalt getrennter „pinakoidaler“ und „prismatischer“ Typen äussern, oder ob sich eine Verquickung beider Tendenzen in „gemischten“ Typen konstatieren lässt.

## II. Die Ableitung der morphologischen Typen

Die Kombination der Grundformen, die für sich allein oder zusammen mit akzessorischen Formen in komplizierteren Gesamtkombinationen an den Kristallen auftreten, bilden die *Grundkombinationen*. Sie geben bereits typische Charakterzüge der Morpho-

logie wieder. Da aber zur Typisierung eines Kristalls nicht allein die Art der beteiligten Formen, sondern auch ihre Grösse (Habitus!) von Bedeutung ist, empfiehlt es sich, innerhalb von jeder Grundkombination wiederum eine Kernkombination zu unterscheiden, welche durch die in der dritten Grössenkategorie erscheinenden Glieder gegeben ist und somit die spezifisch habitusbestimmenden Elemente vereinigt. Solche Kernkombinationen erscheinen, da sie Wesentliches sowohl über Kombination und Habitus aussagen, geeignet, direkt als Unterlage für die Typenaufstellung zu dienen. Es sei darum im folgenden eine kurze Diskussion der wesentlichen an den schweizerischen Titaniten auftretenden Kernkombinationen gegeben, wobei die hauptsächlichsten Typen an Hand ausgewählter Beispiele illustriert werden sollen.

#### A. DIE KERNKOMBINATIONEN

##### 1. Hochkomplexe Kernkombinationen

Ein für den schweizerischen Titanit geltender Ideal- oder Zentraltyp könnte in einem Kristall erblickt werden, an welchem alle 13 Grundformen vertreten sind und überdies in grossentwickelter Ausbildung erscheinen. Grund- und Kernkombination wären also für diesen Fall identisch und vollständig. Die Untersuchung zeigt, dass es an Individuen nicht fehlt, die diesen Anforderungen in recht weitem Masse genügen, und zwar finden sich Beispiele sowohl bei den Zwillingen wie bei den einfachen Individuen. Ein ausgezeichneter Fall ersterer Art bot sich an gewissen flächenreichen, braunen Zwillingen der *Alpe Sella* (St. Gotthard) in der Sammlung der E. T. H. Hier basiert die Gesamtkombination von 17 Formen auf einer Grundkombination von 12 Formen, unter denen also nur eine (i) der Grundformen fehlt. Von diesen treten 3 mit kleiner, 1 mit mittlerer und 8 mit grosser Flächenentwicklung auf, weshalb die massgebende Grundkombination als *tr o/q/y a P l n d s M/* geschrieben werden kann. Die zuletzt ausgeschiedene Formenserie stellt die Kernkombination dar, die hier immerhin 8gliedrig ist. Der Kristall ist in Fig. 4 wiedergegeben. Er ist deutlich nach der b-Achse gestreckt, ziemlich ausgeglichen tafelig nach y, a und P und besitzt somit einen Habitus, der zweckmässig als pinakoidal-komplexprismatisch bezeichnet werden kann. Ein anderes schönes Beispiel dieser zentralen Entwicklungsart bot ein gelber Zwilling der E. T. H.-Sammlung mit der Fundortbezeichnung *Viesch*. Er weist bei 8gliedriger Grundkombination, die sich als *d/n/y a P l s M/* schreiben lässt, noch 6 Formen in der Kernkombination auf.

Unter den einfachen Kristallen lassen sich folgende Beispiele anführen: Ein von LEVY (Lit. 11) beschriebenes Individuum vom St. Gotthard weist die Grundkombination  $P o/y r/a l t n s M/$  (Atlas, Fig. 78) bei typisch komplexer Kernkombination auf. Der Habitus ist im wesentlichen ein komplexprismatischer und ist ausgezeichnet durch die weitgehend ausgeglichenen Dimensionen seiner Flächen. Die oben erwähnte Langstreckung nach  $[010]$  fehlt hier, und es ist, wenn überhaupt von einer Streckungsrichtung gesprochen werden darf, die Kante  $[1-1] = [201]$  als solche angedeutet. Ein ganz allein dastehendes Beispiel bietet ein von HUGO (Lit. 8) gegebenes Individuum „aus der Schweiz“, das bei einer Gesamtkombination von 20 Formen wohl das flächenreichste darstellt, was bis jetzt beobachtet wurde. Der Kristall lässt sich auf eine 11gliedrige Grundkombination zurückführen, die folgendermassen lautet:  $q t r o M/s/y P l n d/$  (Atlas, Fig. 314). Die Kernkombination hat sich bereits stark eingeeengt und bietet einen Übergang zu den Kristallen mit vereinfachter Kernkombination. Der Habitus dieses Kristalls ist ganz ausgesprochen komplexprismatisch bei stark ausgeprägter Langstreckung, die hier in Richtung der Kanten  $[q-d-n] = [10\bar{1}]$  erfolgt. Ebenfalls als Übergangsglieder zu den vereinfachten Kombinationen können noch folgende Kristalle angesehen werden. Ein Individuum vom Tavetsch nach HESSENBERG (Lit. 7) mit  $t/y M/a P l n s/$  (Atlas, Fig. 142). Er stellt mit seiner Langstreckung nach der b-Achse das Gegenstück zu den eingangs erwähnten Zwillingen dar. Ferner ein Kristall vom St. Gotthard nach ROSE (Lit. 19) mit nur  $-/M/l t n s/$  (Atlas, Fig. 10—11), der ebenfalls an dieser Stelle Erwähnung finden soll, weil er wegen einer nur ganz selten erreichten isometrisch-gleichwertigen Flächenentwicklung auch einigen Anspruch, einen „Zentraltyp“ darzustellen, machen darf.

## 2. Vereinfachte Kernkombinationen

Bereits bei geringer Abnahme der an den Kernkombinationen teilnehmenden Formen machen sich eine Anzahl verschiedener Entwicklungstendenzen bemerkbar, die daher rühren, dass die Formen etwa mittlerer Häufigkeit wie n, s, M und zum Teil auch t und r in ziemlich ausgesprochener Weise die Neigung zeigen, in getrennte Kernkombinationen einzugehen. Folgende Hauptfälle können unterschieden werden:

a) Die Kernkombination führt n, in der Regel auch noch y a P l. Der Typus ist häufig besonders an Kontaktzwillingen, an denen die l-Flächen den „Rücken“ des Zwillingsindividuum bilden, während-

dem die  $n$ -Flächen im wesentlichen die keilförmige Zuspitzung nach unten hin bedingen. Fig 2, die einen Kristall der *Alpe Zani* in der E. T. H. - Sammlung darstellt, zeigt einen ganz typischen Fall dieser Art mit der Grundkombination  $tr di/s/y a P l n/$ , währenddem HESSENBERG (Lit. 7) einen Kristall der *Sella* darstellt, der mit dem Individuum Fig. 4 eng verwandt ist, aber bereits weniger ausgeglichenen Habitus aufweist. Die Grundkombination lautet hier  $to d M/y q r s/a P l n/$  (Atlas, Fig. 134). Eigenartige, stark vereinfachte Spezialfälle dieser Serie stellen zwei von ROSE (Lit. 19) beschriebene Kristalle des St. Gotthards dar (Atlas, Fig. 22, 23). Ersterer hat  $-/y P/n l/$  als Grundkombination und gehört noch typisch zur vorliegenden Serie, währenddem der zweite mit  $-/-/y P n/$  bereits entartet erscheint und sich stark an einen weiteren, S. 491 zu erwähnenden Typ anlehnt.

Das wohl sprechendste Beispiel eines typischen hierhergehörigen einfachen Kristalls beschrieb BUSZ (Lit. 2) aus dem *Tavetsch* (Atlas, Fig. 249). Der Kristall weist die Grundkombination  $t M/r s/y a P l n/$  auf und stellt sich mit seiner Langstreckung nach  $[010]$  unmittelbar an die Seite der erwähnten, nach der gleichen Richtung gestreckten Zwillinge. Auch der erwähnte, stark vereinfachte Zwilling ROSE's hat sein nicht verzwillingtes Gegenstück in einem von HESSENBERG (Lit. 7) angeführten Kristall vom St. Gotthard. Er zeigt bloss  $tr/-/l n$  (Atlas, Fig. 158), und stellt ein ausgezeichnetes Beispiel dar für den gelegentlich anzutreffenden, durch doppelprismatische Ausbildung bedingten pseudobipyramidalen Habitus des Titanits.

Einen eigenartigen Kristall vom St. Gotthard erwähnt LEVY (Lit. 11) mit  $l tr/y a P/n$  als Grundkombination und  $n$  als ganz reduzierte Kernkombination (Atlas, Fig. 75). Die grosse Entwicklung der Flächen dieser Form bedingt ein starkes Hervortreten der Kanten  $[10\bar{1}]$ , nach welchen auch das Individuum deutlich gestreckt erscheint. Damit sind Beziehungen zum erwähnten, hochkomplexen Kristall „aus der Schweiz“ (S. 484) gegeben und nähern sich die Verhältnisse jenen, wie sie sonst an den mit „Briefcouverthabitus“ versehenen Kristallen gefunden werden. Diese treten mit Vorliebe im Gesteinsverbande (so in Syeniten u. dergl.) auf, welche Vorkommen aber ausserhalb des gegenwärtigen Untersuchungsrahmens fallen. Damit mag die ausgesprochene Seltenheit des Typs im vorliegenden Material, sowie die tiefere Lage von  $n$  im Dreiecksdiagramm I. (Schweiz) als im allgemeinen Schema begründet werden.

b) Unter den einfachen Kristallen findet sich eine ausgedehntere Serie, die  $s$  als typische Form der Kernkombination führt. In einer

ersten, flächenreicheren Entwicklungsart ist die Form in der Regel von  $l$  nebst  $a$  und eventuell  $Pr$  begleitet. Fig 3, in welcher ein Individuum vom Wassener Wald der E. T. H.-Sammlung wiedergegeben ist mit  $tn/a/rs$ , zeigt recht ausgeglichene Entwicklungstendenzen: tafelig nach  $a$  und schwach prismatisch nach den übrigen Formen der Kernkombination. Die Streckungsrichtung liegt in der Symmetrieebene und kann als  $[20\bar{1}]$  angegeben werden. Verbreiteter ist wohl der Fall, dass die  $s$ -Flächen soweit über die anderen hervortreten, dass ein deutlich prismatischer Habitus resultiert, wofür der Atlas eine Reihe von Belegen liefert wie: ROSE: St. Gotthard mit  $yPltn/as$  (Atlas, Fig. 12, 13). DESCLOIZEAUX: Binnental mit  $tdi/yanrM/Pls$  (Atlas, Fig. 153). HESSENBERG: Tavetsch mit  $nM/yPr/als$  (Atlas, Fig. 138, 139). Er möge hier (Fig. 7) an einem Kristall der Val Maggia in der E. T. H.-Sammlung illustriert werden mit  $yPa/ltnrM/s$ , an welchem die  $s$ -Flächen mit nur ganz minimem Unterbruch eine ringsum entwickelte Flächenfolge (Zone  $[100]$ ) bilden und somit die an diesem Typ überhaupt untergeordnete Rolle von  $y$  und  $P$  durch ganz schmale Ausbildung dokumentiert wird. Auch  $a$ , die vielfach wenigstens mittelgross entwickelt ist und die Streckung nach  $[20\bar{1}]$  trägt, ist hier in die Grössenkategorie 2. zurückgegangen.

Diese  $s$ -prismatische Tendenz kann auch extrem werden, wie besonders Kristalle vom Binnental, die KOLLER (Lit. 10) beschrieben hat, zeigen. Eines seiner Individuen hat  $rMi/yaPltn/s$  als Grundkombination<sup>1)</sup>, bei ganz starkem Vorwalten der Kernform. CESARO (Lit. 3) beschrieb wesentlich gleichentwickelte Individuen vom Druntobel, von denen KOLLER (loc. cit.) allerdings vermutet, sie könnten ebenfalls dem Binnental entstammen.

In einer einfacheren, ebenfalls recht verbreiteten Abart geht die Kernkombination auf  $s$  zurück, die in der Regel von  $a$ , eventuell von anderen Pinakoiden begleitet wird. Die vielfach abgebildeten, typischen Individuen sind tafelig nach  $a$  und schwach prismatisch nach  $s$  und zeigen, wenn, wie das häufig der Fall ist, eine deutliche Langstreckung nach  $[20\bar{1}]$  vorhanden ist, einen als „spatelförmig“ beschriebenen Habitus. Es kann aber auch  $[010]$  mit dieser Richtung als Streckungsrichtung in Konkurrenz treten oder sogar überwiegen. Die Figuren 28 und 67 des Atlas von ROSE bezw. LEVY nach Kristallen

<sup>1)</sup> Die Figur ist eine Seitenansicht und gestattet nicht die Grösse der Formen ( $h0l$ ) einzuschätzen. Die Aufteilung der Formen geschieht unter der Voraussetzung, dass diese Flächen lang und schmal sind, was durch den Text gegeben erscheint.



des St. Gotthard zeigen den ersteren Fall, währenddem in Atlas Fig. 29 mit  $\text{—/yPl/as/}$  nach ROSE ein Kristall ebenfalls vom St. Gotthard mit bereits recht merklicher b-Achsenstreckung gezeigt wird. Bei besonders flächenarmer und zugleich ausgeglichener Formenentwicklung können als Kristalle vom Habitus spitzer Rhomboeder liefern (P. GROTH, Lit. 5, Tavetsch). Spatelförmige Kristalle können gelegentlich, die nach  $[010]$  deutlich gestreckten öfters in Zwillingen angetroffen werden und zwar sowohl in hübschen Penetrationen wie in Kontaktzwillingen.

c) Eine charakteristische Serie von Einzelkristallen und Zwillingen führt die Form M in der Kernkombination, die in der Regel von l, sowie yaP begleitet wird. Charakteristisch für den Typ ist vielfach eine ausgeprägte Streckung nach der Kante  $[M-l] = [201]$ , obschon es leicht ist, Anfangsglieder herauszulesen, bei denen diese Richtung noch keine dominierende Rolle spielt und der allgemeine Aspekt noch ein relativ isometrischer ist. In diesem Sinne kann auch einer der als Zentraltypen erwähnten Kristalle (S. 484) als der Ausgangspunkt der Reihe betrachtet werden. Als Beispiel für diese Entwicklungsart kann ein lichtrötlich brauner Kristall der E. T. H.-Sammlung von Ambri Piotta (Tessin) angeführt werden mit  $\text{qtnros/yPlM/}$  als Grundkombination, der den Fall zeigt, dass die Querstreckung mit derjenigen nach  $[201]$  noch etwa gleichbedeutend ist. Etwas analoge Verhältnisse wurden auch an einem prächtigen grünbraunen Kristall vom Mont Albrun (Binnental) beobachtet. Entschieden verbreiteter ist aber der Fall der ausgesprochenen Dominanz der Kantenrichtung  $[201]$ , was durch typische Figuren im Atlas (z. B. ROSE: Fig. 8, 9, St. Gotthard, PRESL: Fig. 59, Tessin) belegt werden kann, hier aber durch einen flächenreichen, grünen Kristall vom Ofenhorn in der E. T. H.-Sammlung mit  $\text{Ptoid/yndsM/aql/}$  als Grundkombination illustriert werden soll (Fig. 8), der zugleich auch zeigt, wie Übergänge (durch leichtes Zurücktreten von M) zu einem einfacheren prismatischen Typ mit nur l in der Kernkombination auftreten können. In diesem Sinne mag auch der ungewöhnliche Kristall von Val Maggia hier eingereiht werden, den BUSZ (Lit. 2) beschrieb, mit  $\text{n/yPM/aql/}$  als Grundkombination (Atlas, Fig. 248), an welchem das sehr starke Hervortreten des seitlichen Pinakoids dem Individuum einen eigenartigen, nach  $[201]$  quadratisch-säuligen Habitus verleiht.

Auch unter den Zwillingen finden sich Beispiele, die sich zwanglos diesem Typus angliedern. Bemerkenswert ist vor allem ein von KOLLER (Lit. 10) angeführter Kristall vom Binnental mit

a r d / y n / P l M s / (loc. cit., Fig. 3), von dem der Autor ausdrücklich betont, er sei nicht wie sonst die Kontaktzwillinge nach der b-Achse gestreckt, sondern prismatisch nach der  $[1-1]$ -Kante =  $[201]$ . Bemerkenswert ist hier bei der relativ einfachen Kernkombination das sich Hinzugesellen von s zu M; doch beschreibt KOLLER (loc. cit.) den gleichen Fall an einem weiteren, aber einfachen Kristall des nämlichen Fundgebietes mit der Grundkombination o / y a P t n r i / l s M /. Auch dieser Kristall ist durch ungewöhnliche Langstreckung nach  $[201]$  ausgezeichnet. Ganz typisch ist ein anderer von L. OBERFÖLL (Lit. 13) beschriebener B i n n e n t a l e r kristall mit der Grundkombination t s / n / y a P l M / (loc. cit., Fig. 9), an welchem wiederum die  $[201]$ -Richtung deutlich ausgeprägt ist, und die betreffende Zone noch durch akzessorische Formen bereichert ist.

d) Ein öfters angedeuteter, aber selten ausgeprägt zur Entwicklung gelangender Typ führt t als wesentliches Glied der Kernkombination. An Zwillingen lässt er sich am besten an einem von L. OBERFÖLL (Lit. 13) dargestellten Kristall vom B i n n e n t a l illustrieren, der die Grundkombination P l r s M / y n / a t / aufweist (loc. cit., Fig. 8). Der „Rücken“ dieses Kontaktzwillings ist statt wie meist durch l durch die breiten t-Flächen gegeben. Ein gewisses Gegenstück an einem einfachen Kristall liefert das eigenartige grau-weiße Individuum vom St. Gotthard in der E. T. H.-Sammlung, Fig. 1. Die Grundkombination lautet hier auf y P n r s / i / a q t /, und der Ansatz zur t-prismatischen Entwicklung ist deutlich. Die ungewöhnliche Grösse von q bedingt aber, dass ein durch diese Form und a hervorgerufener pseudoprismatischer Habitus nach  $[20\bar{1}]$  vorwiegt. Letztere, so wichtige Richtung kommt hier ausnahmsweise als gut ausgeprägte Kantenrichtung zur Geltung.

Diese ungewöhnliche Tendenz zur t-prismatischen Ausgestaltung kann sich mit der n-prismatischen vereinigen und zu pseudobipyramidalem Habitus führen. Die Belege entstammen ebenfalls dem B i n n e n t a l e, von wo BUSZ (Lit. 2) einen Kristall mit M / a P s / t n / (Atlas, Fig. 252—253) beschrieb, währenddem die E. T. H.-Sammlung einen von H. BADER (Lit. 1) am W a n n e n h o r n gesammelten Kristall aufbewahrt, mit y a l M / s / t n /, der in Fig. 5 abgebildet ist. Einen prinzipiell ähnlichen Fall, in welchem aber die pseudobipyramidale Ausbildung durch starke Abstumpfung durch a zugunsten einer tafeligen unterdrückt ist, gibt HESSENBERG (Lit. 7) von der A l p e S e l l a mit der Grundkombination y P q r i / n s t / a (Atlas, Fig. 132—133). Der Kristall weist gewisse Verwandtschaftsbeziehungen zum eben erwähnten Kristall vom St. Gotthard auf.



e) Auf schweizerischen Lagerstätten nur angedeutet bleibt ein Kristalltyp, an welchem  $r$  als wesentliche Form der Kernkombination fungiert. Der  $r$ -prismatische Habitus, der auf manchen ausserschweizerischen Vorkommen sehr ausgeprägt ist, bleibt nur schwach angedeutet. So zeigt ein Kristall der Griesernalp (Maderanertal) nach Busz (Lit. 2) mit der Grundkombination  $P s M i / y n / a l r /$  (Atlas, Fig. 201—202) einen mehr pseudobipyramidalen als prismatischen Habitus, da  $l$  und  $r$  in der Grösse ausgeglichen sind. Dabei wirkt  $a$  als starke Abstumpfung.

### 3. Einfache Kernkombinationen

Das Prisma  $l$ , das wegen seiner grossen Häufigkeits- und Grössenzahlen eine Sonderrolle unter den prismatischen Formen spielt, ist nicht nur an der Grosszahl der bis jetzt besprochenen Typen beteiligt, sondern oft auch alleinige Prismenform der Kernkombination neben einer oder mehreren Pinakoidformen. Diese letzteren können aber auch für sich allein, ohne jede Prismenform, die Kernkombination ausmachen. Alle solchen Fälle dürfen den früheren gegenüber bereits als „einfach“ gelten. Zahlenmässig überwiegt diese Kategorie erheblich über die bis jetzt besprochenen. Sie umfasst trotz ihrer relativ einheitlichen Kernkombinationen habituell recht verschiedenartige Glieder; jedoch lässt sich feststellen, dass eine Aufteilung derselben gemäss dem Habitus früher erwähnter Typen leicht möglich ist, und dass somit die unter 2. ausgeschiedenen Ausbildungsweisen, die im Sinne der Formenzunahme gegen die komplexen Kristalle von 1. hin konvergieren, andererseits im Sinne der Formenverminderung gegen die vorliegende Gruppe hin Konvergenzerscheinungen zeigen.

a) Eine erste Gruppe hierhergehöriger Kristalle verbindet die Kernkombination  $\pm y \pm a \pm P \pm l$  mit deutlicher Langstreckung nach der  $b$ -Achse. Diese Verhältnisse finden sich an formenreichen wie formenarmen Kristallen, wobei die Habitusverhältnisse vielfach die deutliche Annäherung an den Typ 2a) verraten. Ein schönes Beispiel ersterer Art bietet ein Kristall vom Tavetsch der E. T. H.-Sammlung, der trotz einer fast vollständigen Grundkombination  $q t r s i / n d M / y a P l /$  doch diese einfache Kernkombination aufweist. Der Kristall steht in deutlicher Beziehung zu dem beschriebenen (allerdings verzwillingten) hochkomplexen Kristall der Sella, gegenüber welchem die stark reduzierte Grösse der meisten Flächen besonders auffällt.

Eine analoge Entwicklung bietet ein von BUSZ (Lit. 2) beschriebener Kristall vom Krüztal mit  $\text{tr} \text{od} \text{Mi} / \text{n s} / \text{y a P} /$  (Atlas, Fig. 246—247) als Grundkombination, währenddem an einem St. Gottharder Kristall von ROSE (Lit. 19) die Grundkombination bereits mit rein pinakoidaler Kernkombination geschrieben werden kann:  $\text{M} / \text{l t n r s} / \text{y a P} /$  (Atlas, Fig. 24). Sein Habitus ist durch das Vorwalten mehrerer Pinakoide ein pseudoprismatischer geworden.

Merklich seltener gesellt sich noch  $q$  zu dieser letzteren Kernkombination, doch fanden sich sehr sprechende Beispiele an alten mit  $\text{Cu o l m d a V i}$  bezeichneten Stufen der E. T. H.-Sammlung, von denen bereits WISER und KENNGOTT (Lit. 9) betonten, dass ein stärkeres Hervortreten des seitlichen Pinakoids charakteristisch sei. Fig. 9, die einen dieser Kristalle zeigt, weist die Grundkombination  $\text{o r s} / \text{l t n d M} / \text{y a P q} /$  auf bei ausgesprochener Langstreckung nach der  $b$ -Achse. An gewissen neuerdings gefundenen Kristallen vom Ravetscha-Gletscher wurden ganz ähnliche komplexpinakoidale Kristalle von diesem Typ gefunden.

Belege für die Ausbildungsweise an Kristallen geringerer Formenführung bietet eine Serie von klassischen Figuren von ROSE und LEVY (Lit. 19, 11) von St. Gottharder Vorkommen, so Atlas, Fig. 3 mit  $— / \text{y P} / \text{a l} /$  und Atlas, Fig. 25 mit  $— / \text{l n} / \text{a P} /$  als Beispiele von nicht verzwilligten Kristallen mit einfacher, gemischter und bereits rein pinakoidaler Kernkombination. Die Langstreckung nach der  $b$ -Achse ist deutlich bis stark. Andererseits gibt Atlas, Fig. 16 mit  $— / \text{y P} / \text{a l} /$  den für diese Gruppe typischen Kontaktzwilling wieder mit seinem oft als „lanzettförmig“ beschriebenen Habitus, währenddem Atlas, Fig. 14 mit  $— / \text{y P} / \text{a l} /$ , Fig. 20 mit  $— / — / \text{y a P} /$  und Fig. 82 mit  $— / \text{y P q} / \text{a l} /$  dazugehörige Penetrationszwillinge zeigen mit ihrem je nach Umständen mehr breiten  $l$ -prismatischen oder kompakteren  $P$ -tafeligen Habitus, der auch durch  $q$  etwa ergänzt werden kann.

Auch hier liefern einfachste, ausgeglichene Kombinationen Individuen von pseudorhomboedrischem Habitus, wie Kristalle vom Griesental in der E. T. H.-Sammlung mit  $\text{y} / — / \text{a l} /$  zeigen. Man vergleiche auch Atlas, Fig. 1 (ROSE, St. Gotthard) mit  $— / — / \text{a l} /$ .

Als Endglied dieser Entwicklungsreihe stellen sich Kristalle ein mit einem einzelnen Pinakoid in der Kernkombination. Der Fall ist für  $a$  häufiger realisiert (Druntobel usw.) und es können die Individuen dünntafeligen bis fast blättrigen Habitus erhalten. Die übrigen Formen sind auf Spuren zurückgegangen, aber die Streckung nach  $[010]$  bleibt im allgemeinen noch deutlich. Auch  $P$ -tafelige

Ausbildung kommt vor und fand sich an Kristallen der *Val Maggia* realisiert, wo ölgrüne bis gelbliche, wachsartig glänzende Kontakt- bis Penetrationszwillinge vorkamen, an denen die Grundkombination  $\text{—/y n/P}$  festgestellt werden konnte. Ein Kristall dieser Art in der E. T. H.-Sammlung zeigt etwa herzförmigen Umriss. Der Typus, der an manchen ausserschweizerischen Fundstellen (Zillertal z. B.) häufig und charakteristisch ausgebildet ist, scheint an schweizerischen Kristallen recht selten zu sein.

b) Eine weitere Reihe von Kristallen, deren Kombination im wesentlichen gleich ist wie bei der vorigen Serie, schliesst sich habituell dem Typus 2 c) mit ihrer Langstreckung nach  $[201]$  an. Bei flächenreichen Kristallen braucht die Grundkombination sich gar nicht von derjenigen dieser Gruppe zu unterscheiden, doch bleibt *l* neben Pinakoiden allein in der Kernkombination übrig. Auch kann *M* (selbst als Form untergeordneter Grösse) ganz aus der Kombination verschwinden. Die an sich häufigen Beispiele dieser Art mögen in Atlas, Fig. 5 mit  $\text{—/P q/y a l/}$  (nach ROSE, St. Gotthard) zusammengefasst werden.

Der weitere Abbau von diesem Typus erfolgt durch allmähliches Zurücktreten von *l* und damit auch des nach  $[201]$  gestreckten Habitus. In der Regel gewinnt *a* die Oberhand und an den resultierenden, mehr oder weniger tafeligen Kristallen tritt die Richtung  $[20\bar{1}]$  (die auch an den komplexeren Gliedern in untergeordnetem Masse als Streckungsrichtung zu erkennen ist) allmählich in den Vordergrund. Ein noch relativ flächenreiches Beispiel lieferte ein Kristall der *Droselegg* (Maderanertal) in der E. T. H.-Sammlung mit  $\text{y P t n r/s M/l a/}$ , dem auch andere wie ROSE, Atlas, Fig. 4, und LEVY, Atlas, Fig. 71, beide vom St. Gotthard, an die Seite gestellt werden können. Bei formenärmeren Individuen ist die Unterscheidung von den oben erwähnten, einfachen Kristallen naturgemäss nicht mehr möglich.

### III. Die akzessorischen Formen

Die selteneren Glieder des Formenkomplexes, die S. 478 als akzessorische Formen zusammengefasst wurden, erreichen nur ausnahmsweise eine Grössenentwicklung, die zu einer selbständigen Beeinflussung vom Habitus führt. Einige solche Fälle werden S. 503 noch zusammengestellt. Entschieden wichtiger ist der Einfluss, den die seltenen Formen dadurch auf die Morphologie der Kristalle ausüben, dass sie einzeln oder in Abfolgen zur Ausgestaltung der Zonen beitragen, wobei es sich vielfach um den Ausbau von solchen Zonen

handelt, die bereits durch die Grundformen markiert erscheinen. Da letztere fast ausnahmslos wichtige Zonenschnittpunkte darstellen, kann in vielen Fällen überhaupt nur dann von einer spezifischen Entwicklung gewisser Zonen gesprochen werden, wenn Vertreter der akzessorischen Glieder zugegen sind oder die Zonenachse durch kräftige Kantenentwicklung zur Geltung gebracht wird. In der nachfolgenden Diskussion sollen besonders beobachtete Flächenfolgen berücksichtigt werden und solche, die lediglich projektive Bedeutung haben, im allgemeinen keine weitere Erwähnung finden.

## A. DIE ZONENENTWICKLUNG

### 1. Zone $[110]$

Diese Zone neigt mehr als alle anderen zur Entwicklung grösserer Formenserien, die in charakteristischer Weise zur Ausgestaltung der Kristalle beitragen. Ihre Bedeutung für den Kristallhabitus kann zunächst aus der Tatsache ermessen werden, dass von den neun ausgeschiedenen prismatischen Grundformen vier, nämlich  $l = (\bar{1}12)$ ,  $t = (\bar{1}11)$ ,  $r = (110)$ ,  $n = (111)$ , der Zone angehören, zu welchen noch das als Grundform wichtige Pinakoid  $y = (001)$  geschlagen werden muss. Sowohl der Zentraltyp wie die Spezialtypen 2 a), 2 d), 2 e) weisen Kombinationen obiger Formen in ihren Kernkombinationen auf.

Als Gebiet gesteigerter Formenentwicklung kommt zunächst das Zonenstück  $y-l$  in Frage. Dasselbe zeigt speziell an Kristallen der *Walliser* Fundorte oft ausgeprägte Rundungen, die wohl im Sinne der Tendenz zur morphologischen Ausgestaltung aufzufassen sind. Trotz der meist hochglänzenden Beschaffenheit der betreffenden Partien kommt es im allgemeinen nicht zu einer Entwicklung individualisierter Flächenlagen, die sich goniometrisch mit Sicherheit fassen liessen. Immerhin zeigt *Busz* (Lit. 2 und Atlas, Fig. 258—260) an Kristallen der *Kriegalp* vom Typus 2 a) und 2 c) die Formen  $(\bar{1}.1.10)$  und  $(\bar{1}.1.20)$ , betont aber, dass die Flächen ohne scharfe Begrenzung ineinander übergehen und eigentlich als Rundungen auf  $y$  erscheinen, zu welcher Form sie wohl im Verhältnis von Vizinalen stehen. Ähnliche Verhältnisse dürfen für die von *Ranfaldi* (Lit. 18) erwähnten Vorkommen von  $(\bar{1}.1.20)$  an Material vom *Val Giuf* angenommen werden.

Eine andere stumpfe Form aus diesem Zonengebiet ist  $(\bar{1}14)$ , die *Levy* (Lit. 11 und Atlas, Fig. 76) an einem Kristall vom *St. Gotthard* anführt.

An manchen Fundorten trägt *l* eine höchst charakteristische, parallel [110] orientierte Streifung oder Riefung, neben welcher gelegentlich auch das Auftreten spezieller, ihr naheliegender Formen erkannt werden kann. Im Material der E. T. H.-Sammlung boten die Zwillingkristalle der *Alpe Rischuna* sprechende Beispiele dieser Art, und es zeigte die Untersuchung der breiten, gestreiften „*l*“-Flächen, dass nur die obersten der Basis genäherten Teile derselben die eigentliche Position von *l* geben, währenddem nach unten hin spitzere Flächenlagen resultieren. Die breitesten Flächenteile ergeben die Lage  $\Theta = (\bar{5}58)$ , und es erscheint untergeordnet auch  $\Gamma = (\bar{3}35)$ . Der Übergang der einzelnen Teilgebiete ist trotz der geringen Neigungsunterschiede nicht mit Rundungen verbunden, sondern hinreichend scharf und deutlich, um die Selbständigkeit der erwähnten Formen als gegeben zu betrachten. Zu einer wesentlich eingehenderen Gliederung des Zonenstücks gelangte Busz auf Grund seiner Untersuchung von Kristallen des *Ofenhorns* (Atlas, Fig. 250—251, Typus 2 b), indem er zwischen *l* und *t* fünf weitere Formen, nämlich  $\Gamma = (\bar{3}35)$ ,  $\Theta = (\bar{5}58)$ ,  $w = (\bar{9}.9.14)$ ,  $A = (\bar{7}.7.10)$ ,  $\Pi = (\bar{3}34)$  unterscheidet. Nur  $(\bar{5}58)$  ist indessen etwas breiter entwickelt und die übrigen Formen bleiben auf schmale Streifen beschränkt. Seine Figuren zeigen, dass es sich um ein ähnliches Auftreten der Flächen handelt wie das eben beschriebene.

Unterhalb *t* erscheint als ziemlich häufige und verbreitete Form  $w = (\bar{2}21)$ . Meist schmal entwickelt kann sie jedoch, wie an Kristallen vom *Krüzli tal* in der E. T. H.-Sammlung festzustellen war, *t* an Grösse übertreffen. Ihre Häufigkeitszahl von 9 % lässt die Form nur knapp aus der Reihe der Grundformen ausscheiden, mit welchen sie gerne und an Kristallen verschiedenartiger Typen in gut entwickelten Formenfolgen erscheint (vergl. z. B. BUSZ, Lit. 2 und Atlas, Fig. 246, 247, 249, Kristalle vom *Krüzli tal* resp. *Tavetsch*). Andere Fundorte, an denen die Form beobachtet wurde, sind das *Binnental* (KOLLER), *Drunto bel* (?) (CESARO), *Val Giuf* (RANFALDI), sowie *Sella*, *Val Rusein* und *Val Maggia* (E. T. H.-Sammlung).

Nachdem sich *r* hier zwanglos in die Formenfolge einreicht, schliessen sich die positiven Formen an. Als spitzestes Glied der Serie ist die von Busz (Lit. 2) bestimmte Form  $D = (661)$  vom *Ofenhorn* zu erwähnen. Sie trat an den oben schon erwähnten Kristallen des nämlichen Fundortes als schmal entwickelte, auf *n* eine Streifung verursachende Fläche auf, und zwar als unmittelbare Fortsetzung der schon angegebenen Formenserie. Die Zone erscheint somit hier

als eine Folge von zehn Formen. Sehr klein, aber in guter Position ist die Form auch von O. HUGO (Lit. 8 und Atlas, Fig. 314) an dem früher schon erwähnten Kristall „aus der Schweiz“ beobachtet worden.

Eine bemerkenswerte Entwicklung im nächstfolgenden Zonenstück zeigt der in Fig. 1 abgebildete, schon mehrfach erwähnte Kristall vom St. Gotthard aus der E. T. H.-Sammlung, der zum Typus 2 d) gerechnet wurde. Oberhalb der recht gross entwickelten t-Flächen befindet sich eine Folge stark glänzender, aber schmaler und leicht gerundeter Flächen, deren genaue Zahl und Position nicht völlig befriedigend festgelegt werden konnte, unter denen aber die Reflexe von  $r$  und  $\nu = (331)$ ,  $\eta = (221)$  neben  $n$  hinreichend genau isolierbar waren. Ein zwischen den Formen  $\eta$  und  $n$  deutlich hervortretender Streifen ergab eine Lage, die sich am einfachsten als (443) deuten liesse und die (wie überhaupt Formen zwischen  $\eta$  und  $n$ ) für Titanit neu wäre. Diese Form bedarf aber der Bestätigung. Von den oben erwähnten Formen ist  $\eta$  eine relativ häufige, die z. B. von G. v. RATH (Lit. 17) an Material von Scopi-Piz Vallatscha, sowie von HUGO (Lit. 8) am erwähnten Kristall „aus der Schweiz“ beobachtet wurde. An Kristallen der Sella in der E. T. H.-Sammlung ist sie wiederholt gefunden worden, und in Fig. 4 (Zentraltyp) ist sie in einer typisch entwickelten Flächenfolge  $yltwr\eta n$  dieser Zone zu sehen. Ein weiterer Fundort ist Val Maggia (E. T. H.-Sammlung).

Auch oberhalb von  $n$  sind an schweizerischen Kristallen gelegentlich Formen gefunden worden. So konnte  $z = (112)$  an der Hinterseite eines Zwillings der Sella (E. T. H.-Sammlung) festgestellt werden, und von BUSZ (Lit. 2) wurde die gleiche Form an dem eigenartigen Kristall (Atlas, Fig. 248) von Val Maggia gefunden, der schon früher erwähnt und dem Typus 2 c) eingereiht wurde. Die seltene Form (113), die bis jetzt an schweizerischen Kristallen scheinbar nicht beobachtet wurde, fand sich in guter Position an mehreren Exemplaren der neuerdings gefundenen, braunen Zwillinge von Val Nalps. An einem ausgesuchten Kristall ergaben sich die Werte

Gemessen:<sup>2)</sup>  $\xi_0 = 45^\circ 05'$   $\eta = 11^\circ 19'$  berechnet:  $\xi_0 = 45^\circ 08'$   $\eta = 11^\circ 21'$ .

Schliesslich wird  $k = (114)$  sowohl von ROSE (Lit. 19 und Atlas, Fig.

<sup>2)</sup> Die meisten Kristalle wurden mit (010) als Polarform gemessen. Dabei lassen sich  $\xi_0$  wie sonst  $\varphi$  und  $90-\eta$  oder  $\eta$  wie sonst  $\varrho$  bestimmen und unmittelbar mit den entsprechenden, in den „Winkeltabellen“ (Lit. 4 a) angegebenen Werten vergleichen.



18) an St. Gotthard wie von KOLLER (Lit. 10) an Binnentaler Kristallen angegeben.

## 2. Zone $[1\bar{1}2]$

Diese Zone gehört zu den flächenreichen des Minerals und liefert auf einigen schweizerischen Fundstellen besonders charakteristische Flächenfolgen. Ihre besondere Wichtigkeit geht aus der Tatsache hervor, dass sie nicht weniger als sechs Grundformen umfasst, zu denen ausser den mehrfach erwähnten  $r$ ,  $s$  und  $t$  noch  $d = (131)$ ,  $M = (\bar{1}32)$  und  $i = (\bar{3}12)$  gehören. Immerhin kann, solange diese Formen allein entwickelt sind, von einer habituellen Dominanz der Zone für gewöhnlich nicht gesprochen werden. So steht z. B. der Kristall Fig. 8 vom Ofenhorn, trotzdem er die Zone in fast geschlossener Ausbildung führt, habituell im Zeichen anderer Formen und wurde dementsprechend zu Typus 2 c) bis 3 b) gerechnet. An manchen Fundorten des Wallis gesellen sich indessen noch weitere Glieder hinzu, die erstmals von BUSZ (Lit. 2 und Atlas, Fig. 258—260) in einer typischen Flächenfolge an Material von Kriegalp beobachtet wurden. Es sind die folgenden:  $F = (\bar{3}54)$ ,  $C = (\bar{2}43)$  zwischen  $M$  und  $t$ , sowie  $K = (\bar{2}85)$  im Zonenstück  $M$ — $s$ . An dem in Fig. 6 abgebildeten Kristall vom nämlichen Fundort in der E. T. H.-Sammlung sind  $s$ ,  $M$ ,  $C$  Hauptträger der Zone, währenddem  $t$  (die häufiger auch fehlen kann), ferner  $d$  kleiner entwickelt sind.  $K$  ist hier als glänzender, aber schmaler Streifen auf  $M$  vorhanden und überhaupt als weniger sicher bestimmbar zu betrachten als die übrigen. Auch L. OBERFÖLL (Lit. 13), die diese Form nebst den anderen an Material vom Binnental beobachtete, gelangte zu Positionen, die relativ starke Abweichungen von den berechneten Werten zeigten. An einer Figur (loc. cit., Fig. 7) zeigt sie die ungewöhnliche Erscheinung, dass  $s$ ,  $M$ ,  $C$ ,  $F$ ,  $t$  mit Rekurrenzen und unregelmässigen Treppen ineinander übergehen, so dass eine grosse gewölbte Fläche vorgetäuscht wird. Dass diese für das Binnental so typischen Formen nicht ganz auf dieses Fundgebiet beschränkt bleiben, geht aus der Tatsache hervor, dass  $F$  isoliert auch auf einem Kristall von Druntobel gefunden wurde (E. T. H.-Sammlung).

Auch eine weitere Form  $\lambda = (\bar{3}75)$  kann sich nebst  $C$  und  $F$  an solchen Formenfolgen beteiligen, wie KOLLER (Lit. 10) und OBERFÖLL (Lit. 13) an je einem Kristall des Binnentals feststellten. Häufiger scheint diese Form indessen in blosser Begleitung der Grundformen aufzutreten und wurde in dieser Gesellschaft erstmals von CESARO am schon erwähnten, nach  $s$  prismatischen Kristall von

Druntobel (? Binnental) mit schmalen Flächen beobachtet. KOLLER hat sie später an seinen nach s langgestreckten, verbürgten Binnentaler Kristallen wiederholt gefunden und auch am Binnentaler Material von OBERFÖLL wurde sie festgestellt. Es war unter diesen Umständen interessant, die Form in einwandfreier Weise an einem Kristall ganz anderer Herkunft festzustellen. Dies geschah an dem schon erwähnten Individuum der Sella in der E. T. H.-Sammlung, das als Zentraltyp betrachtet wurde (Fig. 4). Dort fand sich die Form in einer kleinen, aber hochglänzenden Fläche, an der folgende Werte erhalten wurden:

gemessen:  $\xi_0 = -11^\circ 49'$   $\eta = 49^\circ 28'$  berechnet:  $\xi_0 = -11^\circ 55'$   $\eta = 49^\circ 29'$ .

Der Zonenverband ist sehr deutlich.

Ebenfalls aus dem Binnental stammt eine weitere Form dieser Zone, nämlich O = (465), die BUSZ (Lit. 2) an dem schon erwähnten pseudobipyramidalen Kristall (Atlas, Fig. 252—253) vom Typus 2 d) als schmale Fläche zwischen t und der hier nur klein entwickelten Form M fand. s ergänzt hier die Formenfolge.

### 3. Zone [010]

Die Rolle der b-Achsenzone ist an schweizerischen Kristallen wie am Titanit überhaupt eine besonders interessante. Sie enthält einerseits die drei Grundformen y, a, P, die, wie gezeigt wurde, für die Morphologie von grösster Bedeutung sind und bei verschiedenen Kristalltypen, so vor allem 2 a), 2 b) z. T. und 3 a) charakteristische Verlängerungen der Kristalle hervorrufen, die die Zone in ausgesprochener Weise zur Geltung bringen. Andererseits ist die Beschaffenheit der drei Flächen oftmals eine für so wichtige Umgrenzungselemente ungewöhnlich schlechte, und die Tendenz zum Ausbau der Zone durch weitere Formenentwicklung eine ziemlich beschränkte.

Die eigentümliche Beschaffenheit der Hauptflächen beruht auf einer sehr ausgesprochenen Tendenz, „Akzessorien“ zu entwickeln, und die resultierenden Systeme von Hügeln, Terrassen, Treppen, Schichtlinien u. dergl. sind (vielfach an schweizerischen Kristallen) von L. OBERFÖLL untersucht worden (Lit. 13). Im Zusammenhang mit solchen Gebilden stellen sich mitunter auf und um a Vizinale und Scheinflächen ein, die z. T. mit selbständigen Symbolen versehen werden können. Zu erwähnen sind folgende Formen, die an schweizerischen Kristallen beobachtet wurden. Sie gehören zumeist nicht streng der [010]-Zone an.



V = (6. 2. 13): Die Form wurde von L. OBERFÖLL als grosse Fläche nebst a an Zwillingen des Binnentals und des Tavetsch beobachtet. An einem Kristall der Kriegalp in der E. T. H.-Sammlung war eine ebenfalls gross entwickelte Fläche vorhanden, deren Position hinreichend genau mit der für die Form berechneten übereinstimmte, um mit ihr identifiziert zu werden. Die Werte lauten:

gemessen:  $\xi_0 = 48^\circ 54'$   $\eta = 4^\circ 21'$  berechnet:  $\xi_0 = 49^\circ 32'$   $\eta = 4^\circ 53'$ .

W = 417: Von L. OBERFÖLL (Lit. 13) nebst a an einem Zwilling des Binnentals beobachtet.

L = 316: Diese von BUSZ an einem Kristall der Eisbruckalp zuerst beobachtete Form wurde an schweizerischem Material anscheinend bisher noch nicht beobachtet. Sie fand sich, wie folgende Werte zeigen, in guter Position an einem Kristall von Val Nalps in der E. T. H.-Sammlung:

gemessen:  $\xi_0 = 50^\circ 04'$   $\eta = 5^\circ 07'$  berechnet:  $\xi_0 = 50^\circ 42'$   $\eta = 5^\circ 09'$ .

Das betreffende Individuum gehört einer Serie von neuerdings gefundenen, prächtigen braunen Kristallen an, die in ihrer Ausbildung stark an die braunen Kristalle der Sella erinnern, die im Vorhergehenden teils zu dem Zentraltyp, teils zum Typ 2a) gerechnet wurden.

Die Form L liegt (wie (205) auch) in der Zone  $[\bar{5}32]$ , die als Kante erscheint, wenn  $(111) = n$  und  $(13\bar{2}) = M$  zum Schnitt kommen. An einem Individuum der Valle Maggia in der E. T. H.-Sammlung findet sich dieser Schnitt verwirklicht und in dem betreffenden Zonenverband eine Fläche, die, wie folgende Werte zeigen, eine Position zwischen (205) und  $(316) = L$  ergibt. Sie liesse sich mit einem verwandten, aber komplizierteren Symbol versehen.

Gemessen:  $\xi_0 = 48^\circ 57'$   $\eta = 2^\circ 02'$  berechnet: (205)  $\xi_0 = 47^\circ 31'$   $\eta = 0^\circ 00'$   
(316)  $\xi_0 = 50^\circ 42'$   $\eta = 5^\circ 09'$ .

(317): Die Form ist an Kristallen von Val Giuf, z. T. neben a durch RANFALDI (Lit. 18) beobachtet worden. Die Ausbildung der Kristalle ist eine nach dieser Form flach prismatische, die der tafeligen Entwicklung nach a sehr nahe kommt.

x = (205): An Kristallen vom Binnental von HESSENBERG (Lit. 7 und Atlas, Fig. 124), sowie von OBERFÖLL (Lit. 13) beobachtet.

(5. 0. 11): Wurde an Kristallen von Val Giuf von RANFALDI (Lit. 18) beobachtet.

(6. 0. 13): Ebenso. Die nach der b-Achse langgezogenen Flächen sind relativ breit und vertreten a.

Ausser diesen zumeist als Vizinale aufzufassenden Formen finden sich an schweizerischen Kristallen noch weitere Formen ( $h0l$ ), die aber in der Regel vereinzelt und ohne stark zum Hervortreten der Zone beizutragen, auftreten. Am wichtigsten unter ihnen ist  $f = (101)$ , die von verschiedenen Lokalitäten bekannt geworden ist. Fig. 2 zeigt an dem schon früher (S. 485) erwähnten Kristall der *Alpe Zaniu* ein charakteristisches Auftreten der Form, die als Abstumpfung der Kante zwischen  $P$  und  $a$ , sowie von zwei  $n$ -Flächen erscheint. Ähnliche Verhältnisse wurden an Kristallen der E. T. H.-Sammlung vom St. Gotthard, den Spitzbergen und der Furka gefunden. Vom Binnental wird  $f$  von L. OBERFÖLL (Lit. 13) angegeben. Die Beschaffenheit der Form ist meist keine gute.

( $\bar{2}.0.11$ ) wird an einem Zwilling (Typ 3a) vom St. Gotthard von ROSE (Lit. 19) gezeigt (Atlas, Fig. 19) mit mittelgross entwickelten Flächen. Die Form, die auch von anderen Autoren angegeben worden ist, wird von V. GOLDSCHMIDT und nach ihm von L. OBERFÖLL (Lit. 13) in Abrede gestellt. Das einfachere Symbol besitzt eine Form, die an einem Kristall vom Ofenhorn in der E. T. H.-Sammlung (Typ 2c) beobachtet wurde. Sie befand sich oberhalb  $y$  und im Winkel gegen die zwei  $l$ -Flächen und war klein, aber ganz deutlich reflektierend. Wie die beigegeführten Winkelwerte zeigen, handelt es sich um

( $\bar{1}05$ ), die für Titanit neu ist, und auf Grund der vorliegenden Beobachtungen als gesichert betrachtet wird.

Gemessen:  $\xi_0 = 17^\circ 30'$   $\eta = 0^\circ 00'$  berechnet:  $\xi_0 = 17^\circ 14'$   $\eta = 0^\circ 00'$ .

$v = (\bar{1}01)$ : An einem Zwilling der *Alpe Sella* in der E. T. H.-Sammlung fand sich eine kleine matte Fläche auf der Rückseite des Individuums, das sich im doppelten Zonenverband der  $l$  zu den  $r$ -Flächen befindet und sich somit als  $v$  bestimmen lässt. Messungen waren nicht erhältlich.

#### 4. Zone $[100]$

Ein starkes Hervortreten dieser Zone, die die Leitformen  $y$ ,  $s$ ,  $q$  enthält, ist zunächst dadurch gegeben, dass die  $a$ -Achse öfters als Kantenrichtung deutlich hervortritt, was besonders an den Vertretern vom Typus 2b) mit ihrer bevorzugten Entwicklung von  $s$  oft besonders deutlich realisiert ist. Als akzessorische Formen sind an schweizerischen Kristallen  $\varepsilon = (011)$ ,  $\beta = (083)$ ,  $\zeta = (041)$  bekannt geworden. Ihr Auftreten muss allerdings als eine ausgesprochen seltene Erscheinung bezeichnet werden, die sich, soweit bekannt, nur auf einem einzigen Fundort (*Alpe Sella*, St. Gotthard) charakte-

ristisch realisiert findet. An einem Kristall von dort beobachtete HESSENBERG (Lit. 7) erstmals die Flächenfolge  $q, \beta, s, P$  mit  $\beta$  (einer damals neuen Form) als schmale Abstumpfung zwischen den grossentwickelten Flächen von  $q$  und  $s$  (Atlas, Fig. 134). An den zahlreichen Stufen der Sella in der E. T. H.-Sammlung wurden diese Verhältnisse öfters und zugleich die Anwesenheit von  $\zeta$  festgestellt, die ähnlich wie  $\beta$  als kleine schmale Fläche zugegen sein kann. Die Zone ist von Rundungen nicht frei, doch konnten die Positionen der einzelnen Flächen zumeist an individualisierten Reflexen befriedigend bestimmt werden. An einem ausgesuchten Kristall wurden z. B. (als Mittel von je drei Flächen) folgende Werte gefunden:

$$\begin{array}{llll} \text{gemessen: } \beta: & \xi_0 = 29^\circ 45' & \eta = 63^\circ 10' & \text{berechnet: } \xi_0 = 29^\circ 43' \quad \eta = 63^\circ 10' \\ & \zeta: \xi_0 = 29^\circ 44' & \eta = 71^\circ 06' & \xi_0 = 29^\circ 43' \quad \eta = 71^\circ 22'. \end{array}$$

Die in Frage kommenden Kristalle waren solche vom Zentraltyp Fig. 4 oder ihm nahestehende Individuen der Gruppe 2 a). Trotz dieser relativ reichlichen Entwicklung kann von einem Dominieren der Zone an den betreffenden Kristallen nicht gesprochen werden und noch weniger ist dies der Fall an den Kristallen der wenigen anderen Fundstellen, an denen das Auftreten dieser (0kl)-Flächen gelegentlich beobachtet wurde. So erscheinen an einigen Kristallen vom Ofenhorn (in der E. T. H.-Sammlung) vom Typus 2 c) (vergl. Fig. 8) die beiden Formen als minime, kaum messbare Abstumpfungen der Kante  $q-s$  und  $\zeta$  allein, klein, aber in guter Position an einem Kristall der Alpe Rischuna (Typus 4 c).

Die Form  $\varepsilon$  wurde von WISER (Lit. 21) an Kristallen vom Tavetsch festgestellt, ferner an einem kurzsäuligen Kristall vom St. Gotthard, der als übrige Formen  $l, r, n$ , also keine weiteren Glieder der Zone  $[100]$  zeigte.

Die Bedeutung der a-Achsenzone ist somit für die schweizerischen Kristalle von relativ untergeordneter Bedeutung. Kristalle, die dieselbe zugleich flächenreich und als ausgesprochene Prismenrichtung führen (wie sie z. B. HESSENBERG von Schwarzenstein, Zillertal (Atlas, Fig. 254—255) beschrieb), fehlen anscheinend. In vielen Fällen, wo  $s$  dominierend auftritt, kann ein anderer Zoneneinfluss, nämlich  $[1\bar{1}2]$ , vermutet werden, wofür auch eine öfters zu beobachtende Streifung der Fläche parallel zur Kante  $s-M$  sprechen mag.

### 5. Zone $[01\bar{1}]$

Diese Zone, welche die Grundformen  $P, n, t$  umfasst, erscheint gelegentlich mit eigenen Formen, die an Stelle der  $n-t$ -Kanten

treten. Eine derartige Formenentwicklung wurde zuerst von BUSZ beobachtet, der an einem durch  $n$  und  $t$  pseudobipyramidalen Kristall vom Binnental (Lit. 2 und Atlas, Fig. 252—253) die Form  $U = (\bar{2}33)$  als schmale Abstumpfung der fraglichen Kante beobachtete. Analoge, aber kompliziertere Verhältnisse fand L. OBERFÖLL (Lit. 13, Fig. 8) an einem Binnentaler Zwilling, dessen ungewöhnlich grosse  $t$ -Flächen von den anstossenden  $n$ -Flächen durch  $\varphi = (\bar{3}44)$  und  $\psi = (\bar{3}55)$  getrennt erscheinen. Diese beiden Kristalle gehören dem Typ 2 d) an.

Eine weitere am zuletzt genannten Individuum auftretende Form  $m = (211)$  gehört formal ebenfalls in diese Zone, was aber aus ihren Kanten nicht hervorgeht, indem die Zone  $t(11\bar{1}) \rightarrow a(102) = [\bar{2}31]$  hier der massgebende Einfluss zu sein scheint. Dasselbe war an einem Kristall der Sella in der E. T. H.-Sammlung festzustellen, an welchem  $m$  in sehr guter Position ebenfalls in diesen Verbandsverhältnissen auftrat.

Zwei weitere Formen können hier noch eingereiht werden, ohne dass sie sichtlich zur Ausgestaltung der Zone beitragen. Es sind  $(\bar{1}22)$ , die vorzüglich im Zeichen der Zone  $[201]$  auftritt (vergl. S. 501), sowie  $(766)$ , die von BUSZ an einem Kristall vom Typ 3b) der Kriegalp (Lit. 2 und Atlas, Fig. 256—257) als Abstumpfung der Kante  $a \rightarrow M$  gefunden wurde. Die Form ist vizinal zu  $n$ .

## 6. Zone $[10\bar{1}]$

Diese Zone ist bereits als von habituell untergeordneter Bedeutung für die schweizerischen Vorkommen charakterisiert worden. Sie kommt indessen mit ausgeprägter Kantenentwicklung und Formenreichtum am vielfach erwähnten, von HUGO beschriebenen Kristall „aus der Schweiz“ vor (Lit. 8 und Atlas, Fig. 314). An ihm treten zunächst die hierhergehörigen Grundformen  $q$ ,  $n$  und  $d$  auf, ferner auch die schon erwähnte Form  $f = (101)$ . Ausserdem erscheinen als neu hinzukommende Glieder

$$u = (212), (313), (414), (616),$$

von welchen das letztere, wie der Autor betont, noch der Bestätigung bedarf, währenddem die anderen besser belegt sind. Unter ihnen scheint nur  $u$  an schweizerischen Kristallen etwas verbreiteter zu sein, indem sowohl ROSE wie LEVY die Form an Kristallen vom St. Gotthard abbilden (Atlas, Fig. 22 und 75) und zwar an Individuen vom Typus 2 a) mit stark hervortretenden Flächen  $n$ , an deren Schnitt sich die Form einstellt. Als kleine, aber deutliche Flächen wurde  $u$

auch an einigen der schon erwähnten braunen Zwillingen von Val Nalps in der E. T. H.-Sammlung gefunden. Es handelt sich um kleine dreieckige Flächen in den von P, n und a auf der Rückseite der Zwillinge gebildeten Ecken. Ein besonderes Hervortreten der Zonen  $[10\bar{1}]$  wurde durch sie nicht verursacht. Folgende Werte entstammen dem deutlichsten Beispiel:

gemessen:  $\xi_0 = 61^\circ 57'$   $\eta = 11^\circ 01'$  berechnet:  $\xi_0 = 61^\circ 54'$   $\eta = 11^\circ 22'$ .

### 7. Zone $[20\bar{1}]$

Diese als Streckungsrichtung der Kristalle vielfach in Betracht kommende Zone (vergl. besonders Typus 2 b)) tritt höchst selten als Kantenrichtung oder mit spezifisch eigenen Formen in Erscheinung. Ersterer Fall ist besonders deutlich an dem schon erwähnten Kristall vom St. Gotthard (Fig. 1) realisiert, letzterer kommt an dem ebenfalls schon erwähnten, von Busz beschriebenen (Lit. 2 und Atlas, Fig. 248) Kristall von Val Maggia (Typus 2 c)) zur Geltung. An diesem treten an Stelle der Kante zwischen den beiden in diese Zone fallenden Grundformen a und q zwei Formen auf, von welchen die eine  $z = (112)$  bereits erwähnt wurde, die andere  $Z = (274)$  keinem anderen wichtigen Zonenverbände angehört. Die durch sie ange-deutete schwache Entwicklungstendenz in dieser Zone könnte durch einige weitere seltene Formen belegt werden, doch ist unter ihnen (ausser der S. 497 schon erwähnten (316)) scheinbar nur noch  $\chi = (132)$  an schweizerischem Material beobachtet worden (Kristall Typus 2 e) von Griesernalp, Maderanertal nach HESSENBERG, Lit. 7 und Atlas, Fig. 201—202). Auch dieses Vorkommen lässt den Zoneneinfluss vermissen, indem vor allem die Abstumpfung der Kante  $l-r = [1\bar{1}1]$  massgebend erscheint.

### 8. Zone $[201]$

Diese Zone führt die wichtigen Grundformen q, M, l und kommt als ausgesprochene Streckungsrichtung der Kristalle vom Typus 2 c) und 3 b) in Frage. Als spezifisch eigene Form kann  $(\bar{1}22)$  betrachtet werden, die zur Seltenheit an schweizerischen Kristallen vorkommt. So wurde sie von L. OBERFÖLL verschiedentlich an Kristallen des Binnentals beobachtet (z. B. Typ 2 c), Lit. 13, Fig. 9), allerdings mit sehr unebenen Flächen. An einem Kristall der Kriegalp in der E. T. H.-Sammlung waren die M/l-Kanten ebenfalls sehr deutlich abgestumpft, was wahrscheinlich auf das Auftreten dieser Form hinweist, doch waren zu erhebliche Rundungen vorhanden, als dass exakte Positionswinkel erhältlich gewesen wären.

9. Zone  $[02\bar{1}]$ 

Dank der Anwesenheit von den drei Grundformen  $l$ ,  $i$ ,  $P$  kommt diese Zone recht häufig als Kantenrichtung der Kristalle zur Geltung. Sie besitzt überdies eine schwache eigene Entwicklungstendenz in dem Zonenstück zwischen  $l$  und der öfters erwähnten Form  $z = (112)$ , die ebenfalls in diesen Verband fällt. So wurde  $\kappa = 124$  mit kleinen Flächen im einspringenden Winkel des oben erwähnten Zwillings vom *Binnental* gefunden (L. OBERFÖLL, Lit. 13, Fig. 9), und auch der oben erwähnte Kristall von *Kriegalp* wies analoge Verhältnisse auf, nur dass die betreffenden Flächen im Einschnitt ganz deutlich in zwei Teilgebiete aufgelöst waren, von denen die einen mit befriedigender Genauigkeit die Position von  $z$  ergaben, die anderen aber eine solche, die eher für  $(125)$  als für  $(124)$  sprach. Auch die Kantenentwicklung zeigte, dass eine andere Form als  $(124)$  vorliegen müsse. Das erwähnte Symbol  $(125)$  wäre für Titanit neu, doch waren die Beobachtungsverhältnisse zu ungenau, als dass von einer Identifikation der Form gesprochen werden könnte.

Demgegenüber kann eine weitere in dieses Zonengebiet fallende, ebenfalls für Titanit neue Form auf Grund folgender Beobachtungen als gesichert gelten. An je einem Kristall der *Alpe Zaniu* und der *Furka* (beide vom Typ 2a) wurden ähnlich wie oben, im Einschnitt der als Kontaktzwillinge entwickelten Individuen kleine, aber gut reflektierende Flächen gefunden, die sich in die jeweils entwickelten  $P-i-l$ -Zonen einordnen liessen (vergl. Fig. 2). Die gemessenen Positionswinkel stimmen mit den für  $(236)$  berechneten vorzüglich überein:

gemessen: *Alpe Zaniu*:  $\xi_0 = 45^\circ 19'$   $\eta = 16^\circ 49'$     berechnet:  $\xi_0 = 45^\circ 09'$   $\eta = 16^\circ 46'$   
*Furka*:  $\xi_0 = 45^\circ 28'$   $\eta = 16^\circ 42'$ .

10. Zone  $[001]$ 

Die Zone der  $c$ -Achse ist an den Kristallen der schweizerischen Lokalitäten im Gegensatz zu denjenigen mancher anderer Fundgebiete (z. B. Norwegen) selten hervortretend und nie flächenreich entwickelt. Neben den schon erwähnten Formen  $P$  und  $q$  umfasst sie die beiden als Leitformen erkannte Glieder  $r = (110)$ ,  $o = (310)$ , von denen ersteres wiederum ein wichtiger Zonenschnittpunkt ist. Von den beiden Formen, die gerne nebeneinander vorhanden sind, ist öfters  $r$  an Grösse überlegen, doch kommt nicht selten auch das umgekehrte Verhältnis vor. Einer der recht seltenen Fälle, in denen die Zonenachse etwas kräftiger hervortritt, ist als Typus 2e) ausgeschieden worden.



Sehr viel häufiger ist der Fall, dass an  $r$  die Vertikalkante gegenüber der  $[1\bar{1}0]$ -Kante mit den Haupt-„Hemipyramiden“ zurücktritt.

(720) ist von BUSZ (Lit. 2) an einem Kristall von T a v e t s c h beobachtet worden (Atlas, Fig. 249). Der Kristall wurde zum Typ 2 a) gerechnet (S. 485).

### 11. Weitere Formen

Eine Anzahl von akzessorischen Formen wird von den bis jetzt erwähnten Zonen nicht erfasst. Es handelt sich fast durchwegs um Formen von sehr komplexen Symbolen, die z. T. als Vizinalflächen, z. T. überhaupt als unsicher betrachtet werden.

(3. 1. 50): Diese Vizinale zur Basis wurde von RANFALDI (Lit. 18 und Atlas, Fig. 336) an Untersuchungsmaterial vom V a l G i u f beobachtet.

(348) wurde von L. OBERFÖLL mit Vorbehalt an einem B i n n e n t a l e r Individuum angegeben (Lit. 13, Fig. 10).

(7. 2. 12), sowie (13. 8. 22) fand BUSZ (Lit. 2 und Atlas, Fig. 249) an einem Kristall vom T a v e t s c h.

(7. 15. 12) erwähnt KOLLER (Lit. 10, Fig. 2) an B i n n e n t a l e r Material.

(42. 5. 14) ist ein weiteres komplexes Glied des oft erwähnten, von HUGO (Lit. 8 und Atlas, Fig. 314) beschriebenen Kristalls „aus der S c h w e i z“.

### B. SPEZIALTYPEN

Von den im Vorhergehenden erwähnten Fällen der Entwicklung von akzessorischen Formen können nur zwei als die Grundlage von Spezialtypen betrachtet werden. Sie mögen hier noch kurz erläutert und im Anschluss an die Numerierung der Haupttypen mit 4 a) und 4 b) bezeichnet werden.

4 a) Die S. 495 besprochene Ausgestaltung der Zone  $[1\bar{1}2]$  mit akzessorischen Formen kann manchmal eine Grössenentwicklung der letzteren mit sich bringen, die derjenigen der Grundformen gleichkommt oder auch übertrifft. Die Angabe der Kernkombination reicht in solchen Fällen nicht zur Charakterisierung dieser für die Fundorte der K r i e g a l p eigentümlichen Ausbildung der Kristalle aus. Besonders die Formen C und F treten stark hervor und Fig. 6, die einen schönen weingelben Kristall des genannten Fundortes in der E. T. H.-Sammlung zeigt, weist die Grundkombination  $td/n/y a P l s M / \dots C$  auf. Er besitzt einen pinakoidal-komplexprismatischen Habitus, der hinsichtlich der Vielseitigkeit der Kombination und der Ausgeglichen-

## IV. Tabellarische Zusammenfassung

Typ	Figuren	Kernkombination	Habitus	Bemerkungen
1	Fig. 4 Atlas Fig. 78	Komplex	Oft relativ isometrisch, oder wenn gestreckt nach b mit ausgeglichener Endentwicklung	Alle wichtigen Zonen wie [100] $[1\bar{1}2]$ [100] [010] $[10\bar{1}]$ können vertreten und mit akzessorischen Formen versehen sein
2a	Fig. 2 Atlas Fig. 134, 249	n oft neben l y a P	Oft langgestreckt nach b, selten nach $[10\bar{1}]$ ( $\sim$ Briefcouvert)	a auch von Vizinalen ersetzt. Gelegentlich Formen der Zone [100] Manchmal Formen in Zone $[10\bar{1}]$
2b	Fig. 3, 7 Atlas Fig. 12, 13, 153, 138, 139, 28, 29, 67	s oft neben l a P r y	Oft deutlich prismatisch nach s. Flächenarme Krist. gestreckt $[20\bar{1}]$ Spatelform. Auch gestreckt nach b	$[110]$ gelegentlich stark entwickelt. a auch von Vizinalen ersetzt oder begleitet
2c	Fig. 8 Atlas Fig. 8, 9, 59	M oft neben l y a P	Oft relativ isometrisch, häufiger aber mit starker Langstreckung nach $[201]$	q manchmal gross, auch andere Formen von [100] bekannt. Z. T. Zonen $[201]$ und $[20\bar{1}]$ ausgebaut
2d	Fig. 1, 5 Atlas Fig. 282, 253, 132, 133	t auch neben n und Pinakoiden. Selten!	t-prismatisch oder auch pseudobipyramidal durch Kombination t n	Formen der Zone t-n = $[01\bar{1}]$ sind beobachtet worden
2e	Atlas Fig. 201, 202	r, auch neben l oder s und Pinakoiden. Selten!	r-prismatische Tendenz schwach angedeutet. Kombination l-n pseudobipyramidal. Auch Übergänge zu 2b	Gelegentlich Ausbau der Zone l-r = $[1\bar{1}1]$
3a	Fig. 9 Atlas Fig. 246, 247, 24, 3, 25, 20, 82	$\pm l \pm y \pm a \pm P$	Analog 2a, von dem durch vereinfachte Kernkombination hervorgegangen. Endglieder pseudoprismatisch mit y a P oder pinakoidal mit a oder P	a auch von Vizinalen ersetzt oder begleitet
3b	Atlas Fig. 5, 4, 71	$\pm l \pm y \pm a \pm P$	Analog 2c, von dem durch vereinfachte Kernkombination hervorgegangen. Endglieder wie bei 3a	Unscharfe Trennung von 3a
4a	Fig. 6 Atlas Fig. 260	Komplex, daneben C F	Analog wie bei 1	Lokal wichtige Ausbildung. Kriegalp! Zone $[110]$ gerne im Gebiet der stumpfen negativen Formen gerundet
4b	Atlas Fig. 335-341, 124	Grossentwickelte Vizinalen zu a	Analog 2a, 2b, 3a	Nicht zu seltene Spezialausbildung.



heit der Entwicklung den eingangs erwähnten Vertretern des Zentraltyps an die Seite gestellt werden darf. Übergänge zu diesem Typ können denn auch gelegentlich festgestellt werden, ferner auch zu 2 a) und 2 c), was dann der Fall ist, wenn C und F neben M zwar vorhanden, aber untergeordnet sind. (Vergl. Busz, Lit. 2 und Atlas, Fig. 260 mit  $s/l/y a P n M/$  als Grundkombination und akzessorischen Formen, unter denen C, F, K vorhanden sind.)

4 b) Die sehr ausgeprägte Neigung von a, mit gross entwickelten Flächen aufzutreten, kann sich auch auf ihre Vizinalen übertragen. Es ist eine nicht zu seltene Erscheinung, dass solche Formen neben oder an Stelle des Hauptgliedes die b-Achsenzone beherrschen. Am deutlichsten ist dies an manchen von RANFALDI (Lit. 18 und Atlas, Fig. 335—341) beschriebenen Kristalle vom Val Giuf ersichtlich. Die Individuen, die vielfach dem a-tafeligen Typ sehr nahe stehen, sind in Wirklichkeit sehr flachprismatisch ausgebildet, indem besonders (317) mit gross entwickelten Flächen auftritt. Auch (6. 0. 13) ist manchmal gross dimensioniert. Prinzipiell ähnlich ist ein von L. OBERFÖLL (Lit. 13, Fig. 10) gezeichneter Kristall des Binnentals mit gross ausgebildeten Flächen der Formen  $V = (6. 2. 13)$  und  $W = (417)$ . Ein sehr eigenartiger Habitus vom gleichen Fundgebiet wurde weiterhin von HESSENBERG (Lit. 7 und Atlas, Fig. 124) beobachtet, der eventuell hier eingereiht werden kann. Ausser der gross entwickelten Form (205) treten auch t und M in ungewöhnlichen Dimensionen auf, was zu einem ganz speziell bedingten pseudo-bipyramidalen Habitus führt.

#### LITERATURVERZEICHNIS

1. H. BADER, Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binnentals. Schweiz. Min. Petr. Mitt. XIV. 319. 1934.
- 1a. K. BAUER, Die Tracht der Titanitkristalle. Min. u. Petr. Mitt. 43, 319. 1932.
2. K. BUSZ, Beitrag zur Kenntnis des Titanits. N. Jahrb. Min., B. B. V, 330. 1887.
3. G. CESARO, Contribution à l'étude des Minéraux. Bull. Ac. Belg. 1907, 331.
4. A. DESCLOIZEAUX, Manuel de Minéralogie, 1862.
- 4a. V. GOLDSCHMIDT, Kristallographische Winkeltabellen. Berlin 1897.
- 4b. — Atlas der Kristallformen, Band 8. Heidelberg 1922.
5. P. GROTH, Die Mineraliensammlung der Kaiser Wilhelm-Universität Strassburg. Strassburg 1878.
6. R. J. HAUY, Traité de Minéralogie, 1822.
7. F. HESSENBERG, Mineralogische Notizen. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. Frankfurt 1854—1873.
8. O. HUGO, Titanit aus der Schweiz. Centr. Min. 1904, 464.
9. A. KENNGOTT, Die Minerale der Schweiz. Leipzig 1866.
10. P. KOLLER, Spähen aus dem Binnental. N. Jahrb. Min. 1922, I, 1.

11. A. LEVY, Description d'une collection des minéraux, 1837.
12. P. NIGGLI, Kristallisation und Morphologie des rhombischen Schwefels. Z. Krist. 58, 490. 1923.
13. L. OBERFÖLL, Über Titanit. N. Jahrb. Min., B.-Bd. 62, 331. 1931.
14. K. OBENAUER und H. BEHMENBURG, Die Tracht der Titanitkristalle. Centralbl. Min. (A), 1932, 47.
15. R. L. PARKER, Die Kristallmorphologie im Lichte neuerer analytischer Untersuchungen. Fortschr. Min. Krist. Petr. 14, 75. 1930.
16. — Über einige schweizerische Titanitkristalle. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 13, 574. 1933.
17. G. v. RATH, Quarz und Feldspat von Disentis. Z. Krist. 5, 494. 1881.
18. F. RANFALDI, Sulla Titanite di Val Giuf. Att. Ac. Lincei. 9, 438. 1913.
19. G. ROSE, Über das Kristallisationssystem des Titanit. Leonhards Taschenbuch 16, 393. 1882.
20. W. STOOS, Inaug.-Diss. Bern 1907. I. Teil: Mineralogische Studie über norwegische Titanite. II. Teil: Titanitlagerstätten im Gotthard- und Finsteraarhornmassiv (östlicher Teil).
21. D. F. WISER, vergl. Lit. 9.

Eingegangen: 30. Juli 1934.

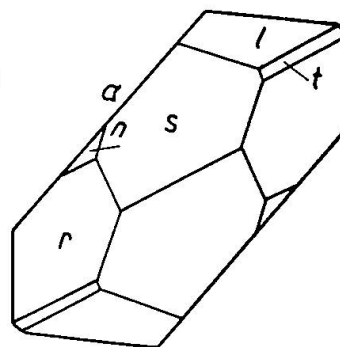
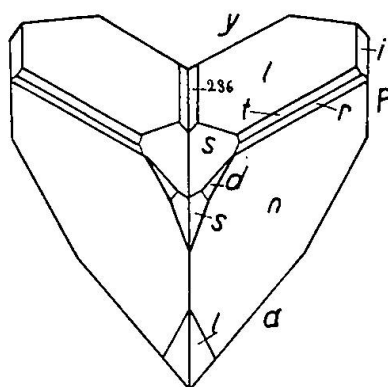
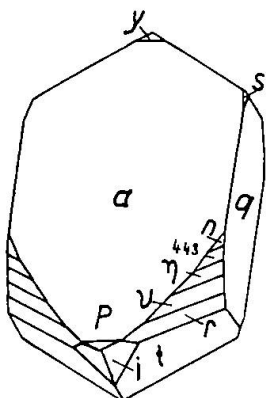
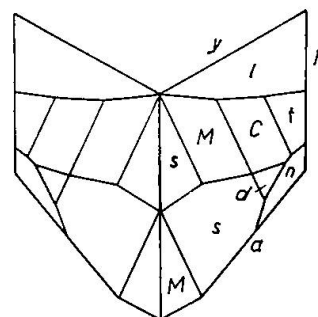
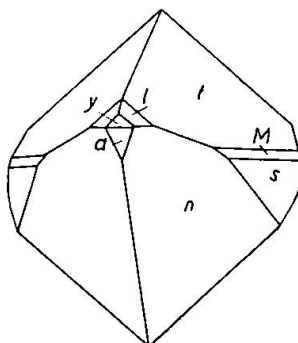
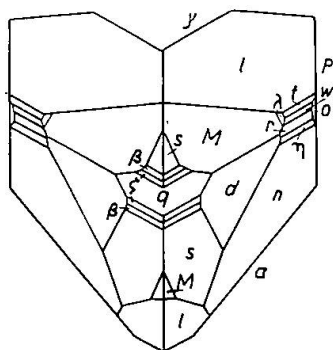


Fig. 1: St. Gotthard.

Fig. 2: Alpe Zaniu.

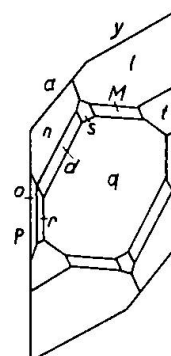
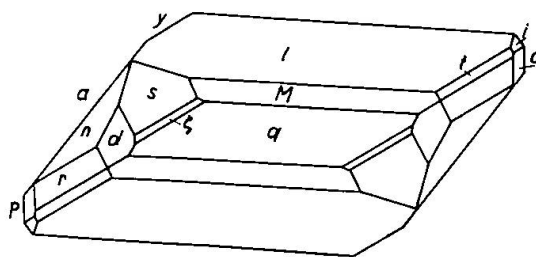
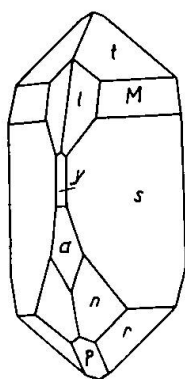
Fig. 3: Wassener Wald.



**Fig. 4: Alpe Sella.**

Fig. 5: Wannenhorn.

**Fig. 6: Kriegalp**



**Fig. 7: Valle Maggia.**

Fig. 8: Ofenhorn.

**Fig. 9: Cuolm da Vi.**

Leere Seite  
Blank page  
Page vide