

# ACTA ALBERTINA RATISBONENSIA

REGENSBURGER NATURWISSENSCHAFTEN

---

HERAUSGEBER:  
NATURWISSENSCHAFTLICHER VEREIN ZU REGENSBURG

---

Band 23 – 1959/60  
Heft 2



# Phosphosiderit und Strengit von Pleystein in Ostbayern

Von Harry Wilk, Berlin\*

## INHALT

Einleitung . . . . .	107
I. Allgemeines . . . . .	108
II. Chemische und physikalische Eigenschaften . . . . .	114
III. Metrik und Morphologie . . . . .	124
1. Phosphosiderit . . . . .	124
Statistische Auswertungen . . . . .	128
2. Strengit . . . . .	139
Statistische Auswertungen . . . . .	145
IV. Paragenese . . . . .	157
V. Zusammenfassung . . . . .	167
Literaturverzeichnis . . . . .	169

## Einleitung

Phosphosiderit und Strengit, zwei Modifikationen der Verbindung  $\text{Fe}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , treten in der Natur selten und meist in feinkristallinen Aggregaten, nur ausnahmsweise in idiomorphen Einzelkristallen auf. Eines der bekanntesten Vorkommen ist der Quarzpegmatit von Pleystein in der Oberpfalz; hier sind die genannten Mineralien, paragenetisch mit weiteren Phosphaten verknüpft, in einer wohl einzigartig schönen Ausbildung und in reicher Menge gefunden worden.

Die vorliegende chemische, morphologische und paragenetische Bearbeitung wurde an älterem Belegmaterial begonnen, das im Institut für Mineralogie der Technischen Universität Berlin vorhanden war. Weiteres Material stammte aus dem Jahre 1951, als bei Ausschachtungsarbeiten zum Bau eines Trinkwasserbehälters gut kristallisierte Stufen geborgen werden konnten. Noch während der Durchführung der Arbeit wurden durch einen Felssturz (6. März 1960) erneut phosphatführende Partien freigelegt, die ebenfalls Phosphosiderit und Strengit in selten großen Exemplaren von prächtig roter bzw. blauer Farbe enthielten. Wir konnten davon an Ort und Stelle reichlich Material sammeln und die Untersuchungen auf diese jüngsten Funde ausdehnen.

Angeregt wurde die Arbeit durch Herrn Professor Dr. Dr. *H. Strunz*, dem ich für sein stetes Interesse und die wohlwollende Unterstützung und Förderung auch an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Für die Überlassung interessanter Mineralstufen danke ich ferner Herrn Dipl.-Landwirt Wilhelm *Vierling* in Weiden und den Herren Michael *Liebl* und Georg *Müller* in Pleystein.

\* Institut für Mineralogie (Kristall-, Mineral-, Gesteinskunde), Technische Universität Berlin, Berlin-Charlottenburg.

# Phosphosiderit und Strengit von Pleystein in Ostbayern

Von Harry Wilk, Berlin\*

## INHALT

Einleitung . . . . .	107
I. Allgemeines . . . . .	108
II. Chemische und physikalische Eigenschaften . . . . .	114
III. Metrik und Morphologie . . . . .	124
1. Phosphosiderit . . . . .	124
Statistische Auswertungen . . . . .	128
2. Strengit . . . . .	139
Statistische Auswertungen . . . . .	145
IV. Paragenese . . . . .	157
V. Zusammenfassung . . . . .	167
Literaturverzeichnis . . . . .	169

## Einleitung

Phosphosiderit und Strengit, zwei Modifikationen der Verbindung  $\text{Fe}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , treten in der Natur selten und meist in feinkristallinen Aggregaten, nur ausnahmsweise in idiomorphen Einzelkristallen auf. Eines der bekanntesten Vorkommen ist der Quarzpegmatit von Pleystein in der Oberpfalz; hier sind die genannten Mineralien, paragenetisch mit weiteren Phosphaten verknüpft, in einer wohl einzigartig schönen Ausbildung und in reicher Menge gefunden worden.

Die vorliegende chemische, morphologische und paragenetische Bearbeitung wurde an älterem Belegmaterial begonnen, das im Institut für Mineralogie der Technischen Universität Berlin vorhanden war. Weiteres Material stammte aus dem Jahre 1951, als bei Ausschachtungsarbeiten zum Bau eines Trinkwasserbehälters gut kristallisierte Stufen geborgen werden konnten. Noch während der Durchführung der Arbeit wurden durch einen Felssturz (6. März 1960) erneut phosphatführende Partien freigelegt, die ebenfalls Phosphosiderit und Strengit in selten großen Exemplaren von prächtig roter bzw. blauer Farbe enthielten. Wir konnten davon an Ort und Stelle reichlich Material sammeln und die Untersuchungen auf diese jüngsten Funde ausdehnen.

Angeregt wurde die Arbeit durch Herrn Professor Dr. Dr. *H. Strunz*, dem ich für sein stetes Interesse und die wohlwollende Unterstützung und Förderung auch an dieser Stelle herzlich danken möchte.

Für die Überlassung interessanter Mineralstufen danke ich ferner Herrn Dipl.-Landwirt Wilhelm *Vierling* in Weiden und den Herren Michael *Liebl* und Georg *Müller* in Pleystein.

\* Institut für Mineralogie (Kristall-, Mineral-, Gesteinskunde), Technische Universität Berlin, Berlin-Charlottenburg.

## I. Allgemeines

Der Oberpfälzer Wald ist der mittlere Teil des Bayerisch-Böhmischen Grenzgebirges; er wird im Norden durch die Naab-Wondreb-Senke gegen das Fichtelgebirge, im Süden durch die Cham-Further-Senke gegen den Bayerischen Wald abgegrenzt; nach Osten erfolgt ein allmählicher Übergang in den Böhmerwald, während die westliche Begrenzung durch eine ausgeprägte tektonische Störung, die Fränkische Linie, gegeben ist; hier bricht das kristalline Grundgebirge in die Fränkische Juratafel bzw. die schmale vorwiegend mesozoische Zwischenzone des ostbayerischen Bruchschollenlandes ab.

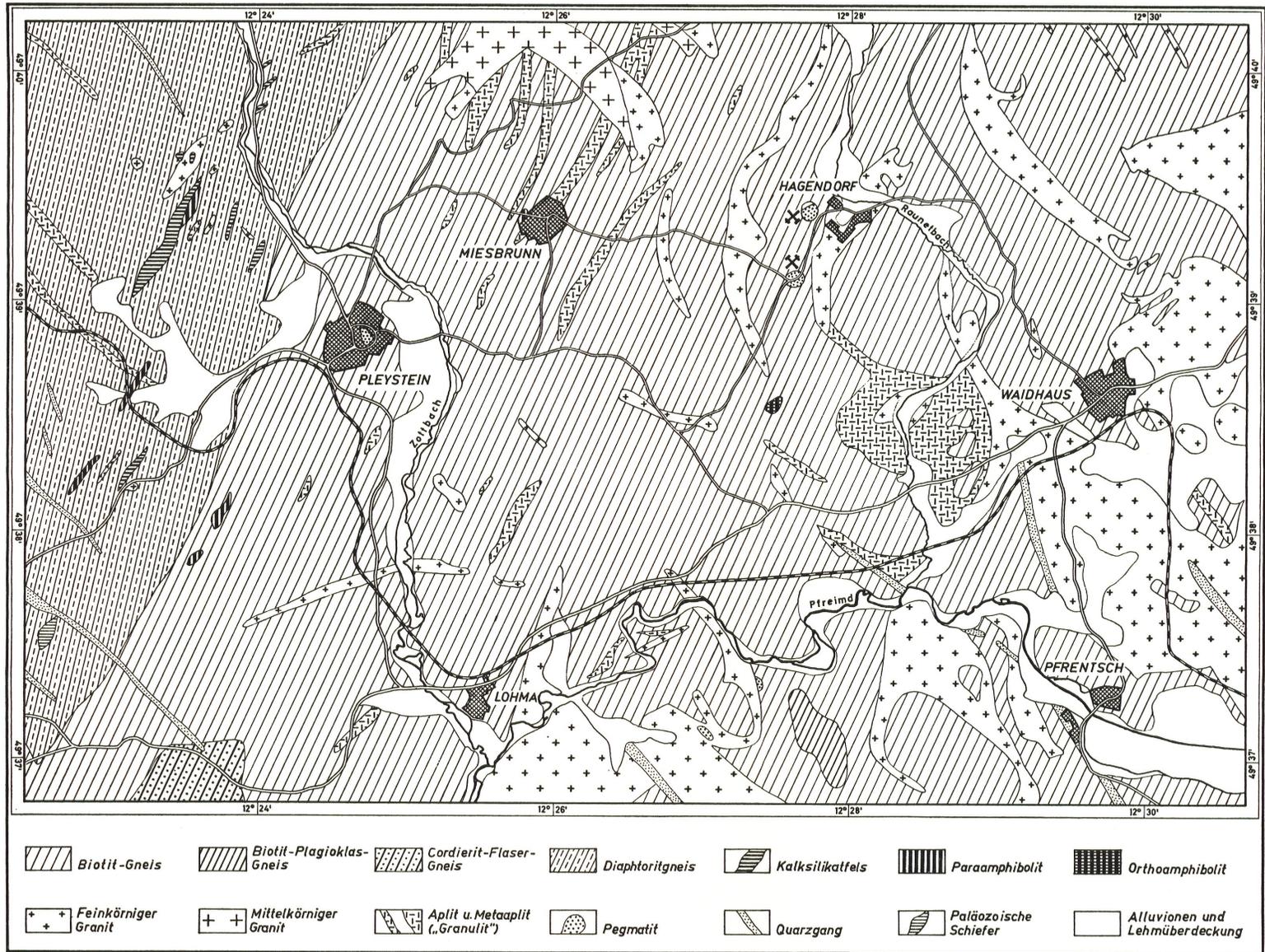
Im südlichen Teil des Oberpfälzer Waldes und im Bayerischen Wald treten die ältesten Gesteinsprovinzen Mitteleuropas auf mit Gneisen präkambrischen Alters. Sie gehören dem Moldanubikum an und sind heute ein Rest des paläozoischen Gebirges, das sich nach der varistischen Orogenese von Böhmen bis zum Schwarzwald erstreckte. Während dieser Orogenese wurde das Gebiet erneut gefaltet, metamorphosiert und gehoben. Es lieferte die grobklastischen Sedimente für das Rotliegende und den Zechstein und wurde weitgehend eingeebnet, blieb aber noch bis in die Trias und Kreidezeit Sedimentlieferant für das westliche Vorland. Während der Jura- und Kreidezeit war das ganze Gebiet zeitweise von Sedimenten bedeckt, die jedoch infolge erneuter Hebung und Abtragung heute nur noch in spärlichen Resten erhalten sind.

Nördlich des sog. Naabgebirges, des über die Naab vorspringenden Teiles des Oberpfälzer Waldes zwischen Schwandorf und Wernberg, enthält der Oberpfälzer Wald auch jüngere, paläozoische Serien, die die varistische Orogenese und Metamorphose als einzige erlebten. Hier beginnt das Saxothuringikum, das sich nach Norden bis zum Fichtelgebirge, Thüringer Wald und Vogtland fortsetzt und bis zum Oberkarbon Geosynklinalraum war. Die Begrenzung zwischen Saxothuringikum und Moldanubikum läßt sich nach G. *Voll* 1960 (34) im westlichen Oberpfälzer Wald an einer vom Nordrand des Naabgebirges ausgehenden EW gerichteten Störungslinie nach E im Kristallin bis Kössing verfolgen. Von Kössing verläuft in NW-SE-Richtung über Vohenstrauß, Waldthurn bis Plankhammer eine zweite große Störung, auf deren Ostseite das Moldanubikum nach Norden vorgestaffelt ist. Bisher wurde die Lage der Grenze Saxothuringikum-Moldanubikum weiter nördlich entlang einer bei Erbdorf auftretenden EW-Störung angenommen. Im Saxothuringikum wiegt NE-SW-Streichen vor, während im Moldanubikum ein komplizierterer Bau vorliegt, an dem NE-SW- und NW-SE-streichende Gebiete sowie Schlingentektonik teilhaben.

Die Gneis- und Metabasitserien des Saxothuringikums wurden von den sudetischen Graniten durchbrochen, und zwar im Norden von denen des Fichtelgebirges, im nördlichen Oberpfälzer Wald vom Falkenberg-Flossenbürg-Leuchtenberger Massiv. Im Dach dieser Granite reicherten sich magmatische Restschmelzen mit seltenen Elementen an und gaben zur Bildung von Pegmatiten Anlaß. Solche Pegmatite bildeten sich bei:

Muglhof - Irchenrieth (weniger ausgeprägt)  
 Klobenreuth, Wendersreuth, Püllersreuth  
 Tirschenreuth, Marchaney und  
 Plößberg - Wildenau.

G. *Voll* rechnet auch die Pegmatite von Pleystein-Hagendorf zu dieser Granitserie, obwohl diese bereits in moldanubischen Gneisen liegen. Maßgebend für diese Einstufung sind die Verwandtschaft mit den Pegmatiten des Saxothuringin-



Die Pegmatite von Pleystein und Hagendorf und ihr geologischer Rahmen (nach A.FORSTER, 1957).

1 : 50 000

Abb. 1.



gikums und das Fehlen ähnlicher Pegmatite im Zusammenhang mit den feinkörnigen Graniten, die im umgebenden Moldanubikum weit verbreitet sind. Die sudetischen Granite erstrecken sich also unter dem Dach der moldanubischen Gneise nach S, und spätere Abtragung hat die Pegmatite in ihrem Dach entblößt.

Größere Ausmaße erreichen von den genannten Vorkommen nur die östlich der Stadt Weiden, nahe der tschechoslowakischen Grenze, gelegenen Pegmatite Pleystein und Hagendorf, die zu den bedeutendsten Vorkommen dieser Art in Mitteleuropa zählen (Abb. 1). Die Pegmatite Hagendorf-N (weitgehend abgebaut) und Hagendorf-S (in Abbau) haben durch die Gewinnung von Feldspat für die keramische Industrie ein besonderes bergbauliches Interesse gewonnen. Hagendorf-N, seit 1860 abgebaut, wurde 1961 eingeebnet, Hagendorf-S ist seit 1894 mit einer Jahresförderung von ca. 8000 t im Betrieb.

Das Pegmatitvorkommen des Kreuzberges erhebt sich inmitten der Ortschaft Pleystein als ein 25 m hoher Quarzfels von etwa 150 m Längserstreckung in NS-Richtung und einer maximalen Breite von 100 m in Richtung EW. Der frische Quarz tritt in Form eines hellen Rosenquarzes auf, der an der Oberfläche zum Teil mehrere Meter tief ausgebleicht ist und dann eine weiß-graue Färbung zeigt. In diesem Quarzfels sind in einzelnen Zonen die verschiedensten Phosphatmineralien ausgeschieden worden.

Der Quarz zeigt eine deutlich ausgeprägte Klüftung, die an vielen Stellen des Massivs gut zu beobachten und zu vermessen ist. In der folgenden Tabelle sind die Werte für das Streichen und Fallen zusammengefaßt. Der Böschungswinkel an der Ost-Seite des Kreuzberges beträgt etwa 60—80°.

Tabelle 1.

	Streichen	Fallen		Streichen	Fallen
1.	N 53° E	75° NW	7.	50° W	80° NE
2.	37 E	75 S	8.	82 E	80 S
3.	60 E	80 N	9.	20 W	20 SW
4.	70 W	75 S	10.	94 E	—
5.	37 E	—	11.	53 E	—
6.	30 E	85 NW			

Die stark ausgezogene Linie in Abb. 2 stellt die derzeitige Begrenzung des Pegmatits dar, während die unterbrochene Linie dessen ursprüngliche Ausdehnung zeigt. Durch die eingekreisten Zahlen 1, 2 und 3 wird die Lage der Fundpunkte charakterisiert, denen die in dieser Arbeit untersuchten Mineralien entstammen. Unter 1 sind eine Reihe nicht genau lokalisierbarer Funde, vorwiegend aus den Jahren 1910 bis 1920, zusammengefaßt. Sie finden sich meist an der Süd-Seite des Kreuzberges und werden in dieser Bearbeitung vielfach als „ältere Funde“ bezeichnet. Fundpunkt 2 befindet sich am Westhang des Kreuzberges. Hier wurden 1951 anlässlich der Ausschachtungsarbeiten zum Bau eines zweiten Trinkwasserbehälters viele interessante Phosphatmineralien freigelegt. Der dabei durchfahrene Rosenquarz zeigte in 1 m Tiefe einen reichhaltigen Anteil von Brauneisen und enthielt in 1,5 m Tiefe plötzlich leere Hohlräume. Ab 2,5 m traten in diesen Hohlräumen Rockbröckel und weiter in der Tiefe mitunter Kristalle von Phosphosiderit und Strengit auf.

Am 6. März 1960 gegen 22 Uhr löste sich auf Grund der vorgegebenen Klüf-

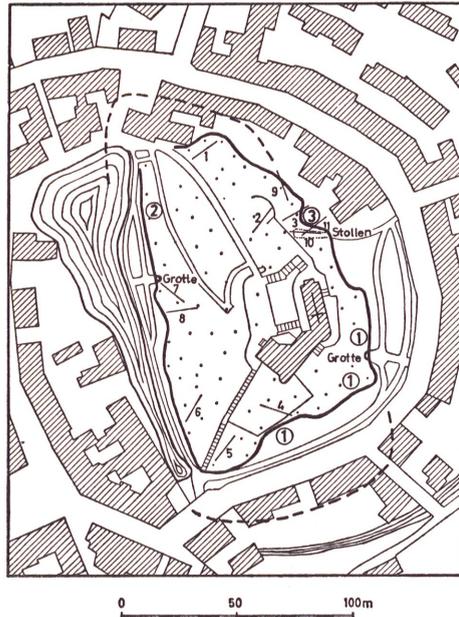


Abb. 2. Pleystein mit dem Kreuzberg.

zung im Pegmatitmassiv als Folge sowohl von Spaltenfrost als auch durch Pflanzenwuchs aus 5—10 Meter Höhe von der NE-Wand des Kreuzberges ein etwa 100 t schwerer Quarzblock. Der Fels hatte eine maximale Länge, Breite und Höhe von  $6 \times 3,5 \times 3$  Metern und lieferte bei der Zerlegung eine beachtliche Anzahl Phosphate, insbesondere schön ausgebildete Phosphosiderit- und Strengitkristalle. Der Quarzblock war von vielen Hohlräumen durchsetzt und durch Eisen- und Manganoxyside stellenweise intensiv dunkel gefärbt. Dagegen sind nur wenige Meter neben der Felssturzstelle gelegene Quarzpartien milchig-weiß und völlig frei von Phosphaten.

Der Pegmatit in Pleystein zeigte ursprünglich etwa einen ähnlichen Aufbau wie die Vorkommen von Hagendorf. Doch sind hier die Feldspatpartien fast vollständig der Erosion anheimgefallen, und nur der eigentliche Quarzkern des Pegmatits ist erhalten geblieben. Der dem Pegmatitquarz untergelagerte Granit ist ein feinkörniger quarzreicher Muskovitgranit, der an der Ostseite des Berges in einer Länge von 40 m in NS-Richtung aufgeschlossen ist. Die durch einen Stollen durchfahrenen Granitpartien zeigen sehr starke Verwitterungserscheinungen.

Nach einer kurzen Mitteilung im Jahre 1853 von C. W. v. *Gümbel* (12) wurde das Pegmatitvorkommen Pleystein 1868 vom gleichen Verfasser eingehend beschrieben (13):

„Am Kreuzberg bei Pleystein (richtiger in Pleystein) tritt eine mächtige Quarzmasse zu Tag, welche in einen großen Teil des Untergrundes, worauf der Ort steht, fortsetzt. Es ist eine merkwürdige, mächtige, fast reine Quarzbildung, welche in vieler Beziehung an jene des Hühnerkobels erinnert. Man trifft hier nicht nur denselben, fast ebenso intensiv gefärbten Rosenquarz, sondern auch in reichlicher Menge den Kraurit als traubenförmige Stalaktiten in größeren Dru-

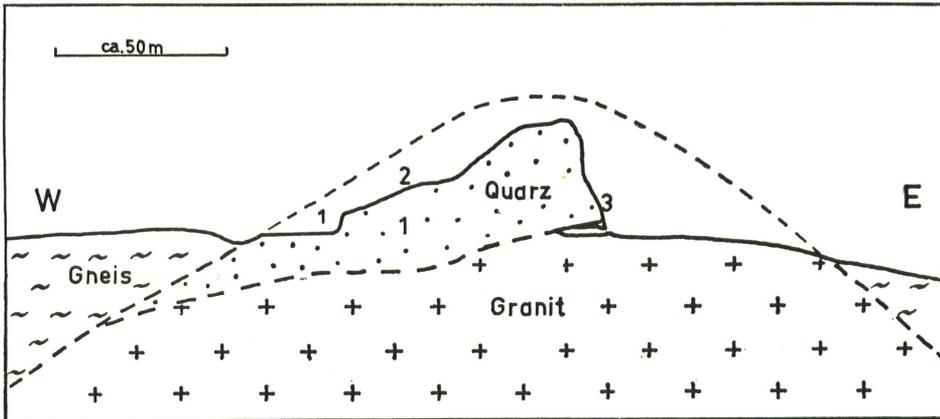


Abb. 3. Profil durch den Pegmatit von Pleystein.

senräumen neben Wavellit, Beraunit und erdigem Vivianit, welcher die Klüfte des Quarzes überkleidet. Dazu kommen dann noch Schwefelkies und eine sehr eisenreiche tiefschwarze Zinkblende, welche an den Marmatit erinnert und der schwarzen Blende vom Hühnerkobel entspricht. Dies alles deutet auf eine große Analogie mit den Verhältnissen des Pegmatites vom Hühnerkobel und Spuren von Pseudotriplitähnlichen Pseudomorphosen machen es mehr als wahrscheinlich, daß auch mit dem Quarze von Pleystein Triphylin und Triplit einbrechen“.

Weitere Veröffentlichungen über dieses Pegmatitvorkommen stammen von *Laubmann* und *Steinmetz* (21). In einer 1920 publizierte Arbeit berichteten die beiden Autoren über die Mineralführung eines an der Südseite des Kreuzberges gelegenen Aufschlusses, der bei Arbeiten zur Straßenerweiterung und zur Schaffung von Parkanlagen entstanden ist. Neben den schon von *Gümbel* aufgeführten Mineralien wurde eine Reihe seltener Bildungen erwähnt, wie Phosphosiderit, Strengit, Triplit und Columbit.

Strengit von Pleystein ist 1919 unabhängig von den beiden Autoren von *V. Goldschmidt*, *R. Schroeder* und *H. Tomaschek* untersucht und das Ergebnis ohne besondere Veröffentlichung im Atlas der Kristallformen (11) verwendet worden. Eine weitere Untersuchung des Pleysteiner Pegmatits erfolgte in den Jahren 1919—1923 durch *A. Scholz* (26), der als Seltenheit für dieses Vorkommen das Auftreten von ged. Wismut und Zirkon nachwies. — Von *H. Himmel* und *R. Schroeder* (14) wurden 1935 Ergebnisse morphologischer Messungen am Strengit veröffentlicht, während eine Arbeit von *H. Strunz* und *K. v. Sztrókay* (31) kristall-strukturelle Beziehungen zwischen Phosphosiderit und Strengit zum Inhalt hat. — 1952 wurde von *H. Strunz* (29) in einer Bearbeitung der Phosphat-Quarz-Feldspatpegmatite eine ausführliche Zusammenstellung der bisher in Pleystein aufgefundenen Mineralien gegeben. Dabei ist erstmals auf den neuen Aufschluß 1951 hingewiesen worden. — Chemische, physikalische, morphologische und röntgenographische Untersuchungsergebnisse für Strengit von Pleystein wurden von *W. Kleber* und *K.-L. Weiner* 1958 (17) im Zusammenhang mit kristallographischen Untersuchungen an rhombischen Phosphaten und Arsenaten vom Formeltyp  $Y[zO_4] \cdot 2H_2O$  veröffentlicht. Zur Bearbeitung gelangten hierbei jedoch nur Kristalle aus den älteren Vorkommen. —

In einem Aufsatz von *H. Strunz* und *H. Wilk* (32) wurde neben einem Abriss der paragenetischen Verhältnisse im Quarzpegmatit von Pleysteiner eine kurze Beschreibung des am 6. März 1960 erfolgten Felssturzes gegeben.

Phosphosiderit und Strengit waren bis zum Bekanntwerden des Pleysteiner Vorkommens selten und meist nur in kleinen Kristallen zu beobachten. Dieses Vorkommen zeigt beide Mineralien in besonders schöner Ausbildung und Häufigkeit. Phosphosiderit wurde zuerst 1890 von *Brubns* und *Busz* (2) aus Höhlungen im Pechstein der Kalterborn-Grube bei Eisfeld, Siegen, beschrieben. Das Mineral findet sich hier im Eisernen Hut einer Eisenerzlagerstätte, in Pleysteiner dagegen mit pegmatitischer Paragenese. Die Bildungsweise ist in beiden Vorkommen die gleiche. Als weitere Fundstellen für Phosphosiderit sind zu nennen:

Hagendorf, Ostbayern  
 St. Giovanneddu Mine, Gonnesa, Sardinien  
 Kirunavaara, Schweden  
 Manhattan, Nevada, USA  
 North Groton, New Hampshire, USA  
 Pala, San Diego County, Californien, USA (Stewart Mine)  
 Insel Malpelo (Pazifischer Ozean), Columbien.

Eine manganreiche Varietät ist unter dem Namen Vilateit von La Vilate bei Chanteloube, Frankreich, bekannt.

Der Name Phosphosiderit ist auf Grund der chemischen Zusammensetzung des Minerals gewählt worden: phosphorus = Phosphor und σιδηρος = Eisen. Ebenfalls gebräuchlich ist die Bezeichnung Klinostrengit. Es soll hierdurch der dimorphe Charakter der Verbindung  $\text{Fe}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  zum Ausdruck gebracht werden.

Phosphosiderit zählt neben Strengit zu den interessantesten und schönsten Phosphatbildungen des Pleysteiner Pegmatits. Meist handelt es sich um regellose Kristallaggregate, seltener sind idiomorphe Einzelkristalle. Die vielfach glasklaren bis transparenten Phosphosideritkristalle sind vorwiegend nach [100], mitunter nach [001] gestreckt und variieren in ihrer Färbung von farblos über rosa, „mandelblütenfarbig“ = violettrosa, gelbbraun, orangerot bis zu einem intensiven dunkelroten Farbton. Sie finden sich in Klüften und Kavernen von Quarz, Rockbridgeit oder Frondelit aufgewachsen oder selbst im Rockbridgeit eingesprengt. Häufig ist zwischen Quarz und Phosphosiderit eine dünne Schicht von Rockbridgeit vorhanden. Oft sind die Kristalle mit einem bräunlichen Anflug von Eisenhydroxyden oder einer dünnen matten Kruste von Phosphosiderit einer jüngeren Generation versehen. Durch Einlagerungen von Rockbridgeit kann der Phosphosiderit hin und wieder grünlich gefärbt sein. Selbst in wasserklaren Kristallen sind meist geringfügige Einschlüsse von Rockbridgeit enthalten. Neben Phosphosiderit treten vielfach, mitunter in enger Verwachsung, Kristalle von Strengit auf. Eine definitive Bestimmung der Bildungsfolge beider Mineralien ist jedoch nicht möglich. Es sind innerhalb einer Generation sowohl Phosphosideritkristalle vom Strengit umgeben als auch umgekehrt, so daß eine gleichzeitige Bildung beider Kristallarten angenommen werden muß. — Kristalle von besonders schöner dunkelroter Farbe und einmaliger Größe (bis 14 mm) konnten aus erdigen Rockbridgeitpartien im Quarz des am 6. März 1960 an der NE-Wand des Kreuzbergmassivs losgelösten Felsblockes geborgen werden. Daneben fanden sich auch in großer Zahl goldgelb bis bräunlich gefärbte Kristalle, die zum Teil Parallelverwachsungen mehrerer Einzelindividuen bildeten. Gelegentlich

waren Zwillinge (Zwillingsenebene (101)) zu beobachten. Die gute morphologische Ausbildung der Kristalle vom Felssturz erlaubt eine eingehende statistische Bearbeitung des Materials. — Einzelne Phosphosideritkristalle zeigten eine intensive zonar angeordnete blaue Färbung. Der Farbton entsprach etwa dem der blauviolettten Strengite.

Strengit ist nach dem deutschen Mineralogen Johann August *Streng* (4. 2. 1830—4. 1. 1897), Professor und Ordinarius an der Universität Gießen, benannt. Das Mineral wurde zuerst von *Nies* 1877 in der Grube Eleonore bei Gießen gefunden. Es tritt hier wie auch bei anderen „klassischen“ Vorkommen als Bildung im Eisernen Hut von Eisenerzlagerstätten auf. Neben Pleystein in der Oberpfalz sind vom Strengit folgende Fundorte bekannt:

Rothläufchen bei Waldgirmes, Wildsachsen und Bremtal im Taunus  
Hagendorf, Ostbayern  
Mangualde, Provinz Beira, Portugal  
Kirunavaara, Schweden  
Pala, San Diego County, Californien, USA (Stewart Mine)  
Midvale, Rockbridge County, Virginia, USA  
Moore's Mill, Cumberland County, USA  
Noblis Mine, Bearville, Lancaster County, Pennsylvania, USA  
Palermo, North Groton, New Hampshire.

Aluminium-Strengit kommt vor in:

Manhattan, Nye County, Nevada  
Černovice bei Příbram, ČSR  
Insel Connetable, Franz. Guayana.

Strengit ist gegenüber Phosphosiderit wesentlich häufiger anzutreffen. Er findet sich im Pegmatit Pleystein in Hohlräumen von Quarz und Rockbridgeit oder auf Phosphat-Limonit-Breccien. Die Farbe ist vielfach violett bis blau (ähnlich Amethyst), oft jedoch nur schwach rosa oder völlig farblos. Intensive Färbungen treten meist nur an größeren Kristallen auf. Teilweise zeigen die Strengitkristalle vom Felssturz die gleichen Farbnuancen wie Phosphosiderit, oder sie enthalten stellenweise dunklere rosa getönte Farbzonen. Wie beim Phosphosiderit sind auch beim Strengit Einlagerungen oder Anflüge von Rockbridgeit, Limonit bzw. eine zweite Generation von Strengit zu beobachten. Die Kristalle der neuen Vorkommen sind meist regellos durchdrungen, teilweise einzeln aufgewachsen oder mit der (001)-Fläche aneinandergereiht. Sie treten dann vielfach in Form kleiner Rosetten auf, die direkt auf radialstrahligem Rockbridgeit, also später als dieser kristallisiert sind. Dabei verläuft die a-Achse von Strengit häufig senkrecht zur Aufwachsungsebene bzw. parallel den radialen Rockbridgeitkristallen (= [001]). Die jüngeren Kristallfunde sind nur selten in größerer und farbenprächtiger Ausbildung vorhanden. Einfache Flächenkombinationen dominieren. Durchschnittlich haben die Kristalle eine Größe von etwa 2 mm und sind schwach violett, rosa oder überhaupt farblos. Die größten Strengitkristalle entstammen dem Material vom Felssturz. Sie sind maximal 8 mm lang und zeigen eine blauviolette Farbe. An Stufen dieses Vorkommens waren auch regellose Strengitaggregate von dunkelgrüner bis schwarzer Farbe in enger Vergesellschaftung mit roten Phosphosideritkristallen zu finden. Die dunklen Färbungen sind durch Einschlüsse von Rockbridgeit hervorgerufen worden. Eine jüngere Generation Strengit bildet mitunter in Klüften und Höhlungen des Quarzes traubenförmige Krusten oder Stalaktiten von schwach rosa bis weißer Färbung.

## II. Chemische und physikalische Eigenschaften

Phosphosiderit und Strengit sind Verbindungen des 3-wertigen Eisens mit der chemischen Formel  $\text{Fe}^{+++}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . In der Tabelle 2 ist für beide Mineralien eine Zusammenstellung der Analysenergebnisse aus älteren und neuen Arbeiten gegeben. Zum Vergleich wurden von Phosphosiderit und Strengit aus dem neuen Vorkommen vom Felssturz zwei weitere Analysen durchgeführt, deren Ergebnisse in den Spalten 3 und 9 notiert sind. Das Untersuchungsmaterial bestand aus sehr reinen Kristallen von Phosphosiderit mit dunkelroter Farbe und blauen und rosa gefärbten Strengitkristallen. Die Analysenwerte zeigen im allgemeinen eine gute Übereinstimmung mit der theoretischen Zusammensetzung. Für  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  liegen bei älteren Ergebnissen die Werte meist etwas höher, was nach *Laubmann* und *Steinmetz* auf geringe Beimengungen von Rockbridgeit mit einem zusätzlichen Fe-Gehalt oder mitgefälltes  $\text{Ca}^{++}$  zurückgeführt wird.

Eine Abweichung von den theoretischen Werten trat ebenfalls in älteren Analysen bei der Bestimmung des Kristallwassergehaltes für Phosphosiderit auf. Die Analysenwerte sind niedriger und entsprechen in den Analysen 1 und 2 besser der chemischen Zusammensetzung  $\text{Fe}^{+++}[\text{PO}_4] \cdot 1,75\text{H}_2\text{O}$ . In den neuen Bestimmungen 3 und 9 wurden jedoch einheitlich für beide Phosphate etwa  $2\text{H}_2\text{O}$  je Formeleinheit errechnet. Nach *Laubmann* und *Steinmetz* ist die Entwässerung von Phosphosiderit (Analyse 2) bei  $300^\circ\text{C}$  — also offensichtlich unvollständig —, von Strengit (Analyse 5) bei  $250^\circ\text{C}$  durchgeführt worden. Für die neuen Analysen wurde der Berechnung des Wassergehaltes die Gewichtsabnahme bei einer Temperatur von  $700^\circ\text{C}$  zugrunde gelegt. Aus der Entwässerungskurve (Abb. 4a) ist zu ersehen, daß etwa bei dieser Temperatur für beide Phosphate der Gewichtsverlust nahezu gleich ist, insgesamt aber bei höherer Temperatur noch weiter ansteigt. Bei ca.  $200^\circ\text{C}$  zeigen beide Kurven einen fast horizontalen Verlauf, welcher besonders deutlich für Strengit zu erkennen ist. D. h., daß die Abgabe des Kristallwassers hier einen gewissen Stillstand erreicht hat. Für Phosphosiderit beträgt der Gehalt des Kristallwassers bei einer Entwässerungstemperatur von  $200^\circ\text{C}$  18,58%, für Strengit 19,29% (theoretischer Wert = 19,29%). Ob die oberhalb  $200^\circ\text{C}$  einsetzende weitere Gewichtsabnahme, die anfangs besonders deutlich am Phosphosiderit hervortritt, auf eventuell chemisch gebundenes  $\text{H}_2\text{O}$  oder lediglich auf einen Glühverlust zurückzuführen ist, bleibt noch ungeklärt.

Tabelle 2. Analysenwerte für Phosphosiderit und Strengit. (Angaben in Prozent)

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	44,30	44,38	42,02	43,65	43,40	43,30	41,42	42,50	42,06	42,73	43,84
CaO	—	—	Sp.	—	—	—	0,83	—	Sp.	—	—
$\text{TiO}_2$	—	—	0,33	—	—	—	—	—	0,33	—	—
$\text{SiO}_2$	—	—	0,32	—	—	—	—	—	0,29	—	—
$\text{P}_2\text{O}_5$	38,85	37,71	37,98	37,82	38,24	39,30	37,60	38,41	38,37	37,98	38,90
$\text{H}_2\text{O}$	17,26	17,31	19,55	19,61	18,89	19,87	19,11	19,25	19,82	19,29	17,26
Unlös.	—	—	—	0,15	—	—	1,26	—	—	—	—
	100,41	99,40	100,20	101,23	100,53	101,47	100,22	100,16	100,87	100,00	100,00

1. Phosphosiderit

Grube Kalterborn bei Eiserfeld, Siegen. Analyse: *W. Brubns* und *K. Busz* (2)

2. Kreuzberg in Pleystein, Oberpfälzer Wald. Analyse: H. *Laubmann* und H. *Steinmetz* (21)
  3. Kreuzberg in Pleystein, Oberpfälzer Wald. Vorliegende Untersuchung
  4. Strengit Grube Eleonore am Dünsberg bei Gießen. Analyse: A. *Nies* (22)
  5. Kreuzberg in Pleystein, Oberpfälzer Wald. Analyse: H. *Laubmann* und H. *Steinmetz* (21)
  6. Rockbridge, USA. Analyse: A. *König* (19)
  7. Mangualde, Portugal. Analyse: *De Jesus* (16)  
(Unlös.: MgO 0,10, Na<sub>2</sub>O 0,55, SiO<sub>2</sub> 0,10, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,51, H<sub>2</sub>O<sup>-</sup> 1,17)
  8. Kreuzberg in Pleystein, Oberpfälzer Wald. Analyse: K.-L. *Weiner* (17)
  9. Kreuzberg in Pleystein, Oberpfälzer Wald. Vorliegende Untersuchung
10. Fe<sup>+++</sup>[PO<sub>4</sub>] · 2H<sub>2</sub>O
11. Fe<sup>+++</sup>[PO<sub>4</sub>] · 1 $\frac{3}{4}$ H<sub>2</sub>O

Phosphosiderit und Strengit enthalten neben Spuren von Mn, Ca, Mg — im Strengit wurde auch Al nachgewiesen — geringe Mengen von Si und Ti. In welcher Form beide Elemente in den Phosphaten vorliegen, war bisher nicht festzustellen. Es ist jedoch anzunehmen, daß der recht beachtliche Ti-Gehalt (0,33 Gew.-% TiO<sub>2</sub>) für die Färbung besonders der intensiv gefärbten Kristalle von Phosphosiderit und Strengit ausschlaggebend ist.

Zur qualitativ-spektralanalytischen Untersuchung wurden sowohl von Phosphosiderit als auch von Strengit Proben verschieden gefärbter Kristalle verwendet. Die Ergebnisse sind in der folgenden Übersicht wiedergegeben. Durch die unterschiedliche Anzahl der Kreuzsymbole soll ein ungefährer Eindruck von der relativen Häufigkeit der einzelnen Spurenelemente vermittelt werden.

Tabelle 3.

		Fe	P	Al	Mn	Ca	Ti	Cu
Phosphosiderit	braun	++++	+++			++		+
	tiefrot	++++	+++		++		++	
	rosa	++++	+++			++		
Strengit	tiefblau	++++	+++		+		++	+
	farblos	++++	+++	+++				+

Bemerkenswert ist auch hierbei das Auftreten von Titan ausschließlich im intensiv rot gefärbten Phosphosiderit und im blauvioletten Strengit, so daß die bereits diskutierte Möglichkeit, diese intensive Färbung der beiden Phosphate auf ihren Ti-Gehalt zurückzuführen, hier ebenfalls bestätigt wird.

Zur Darstellung der Entwässerungskurven wurden Phosphosiderit und Strengit unter gleichen Bedingungen jeweils 15 Minuten bei den in Tabelle 3 angegebenen Temperaturen erhitzt. Der Kurvenverlauf beider Mineralien ist nahezu identisch, doch liegen die Werte von Strengit stets etwas höher als beim Phosphosiderit. Ab 600°C sind für beide Phosphate die Gewichtsverluste angenähert gleich groß.

Bei der Entwässerung der pulverförmigen Substanzen treten in gewissen Tem-

peraturbereichen Farbänderungen ein, die für Phosphosiderit und Strengit jedoch nicht einheitlich ausfallen. Die Farbverschiebungen gehen beim Phosphosiderit von rosa über gelb nach ocker, beim Strengit von weiß über ocker nach gelbweiß, die Farbänderungen sind etwa bei 190° und 720° C zu beobachten.

Tabelle 4. Gewichtsverluste in Abhängigkeit von der Temperatur für

°C	Phosphosiderit (Gewichtsabnahme in %)	Strengit (Gewichtsabnahme in %)
40	0,00 rosa	0,00 weiß
50	0,00	0,09
60	0,08	0,14
70	0,12	0,18
80	0,14	0,20
90	0,16	0,24
100	0,20	0,28
110	0,22	0,33
120	0,24	0,38
130	0,59	1,41
140	1,49	2,96
150	5,63	9,13
160	11,65	16,46
170	18,07	19,10
180	18,19	19,15
190	18,54 gelb	19,29 ocker
200	18,58	19,29
—	—	—
400	18,97	19,29
—	—	—
600	19,32	19,43
—	—	—
720	19,67 ocker	19,85 gelbweiß

Zur weiteren Untersuchung der Vorgänge beim Abbau des Kristallwassers wurden vom Phosphosiderit und Strengit Differentialthermoanalysen durchgeführt und die Diagramme zum besseren Vergleich analog den Entwässerungskurven dargestellt.

Die DTA-Kurven wurden unter Verwendung von  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als Inertsubstanz bei Substanzmengen von ca. 0,05 g erhalten. Als Reaktionsgefäße dienten hierbei kleine Keramikhütchen, die in einem Nickelblock eingelagert waren. Die endothermen Kurvenmaxima sind auf die Abspaltung des Kristallwassers zurückzuführen, sie weisen jedoch gegenüber den Entwässerungskurven offensichtlich eine Verzögerung auf. Beide DTA-Kurven zeigen einen nahezu parallelen Verlauf. Als wesentlicher Unterschied ist für Strengit bei 385° C ein geringer exothermer Effekt zu beobachten.

Auf Grund von Hochtemperatur-Röntgenaufnahmen konnten für Phosphosiderit und Strengit und den entsprechenden Dehydraten mehrere unterschiedliche Modifikationen nachgewiesen werden. Phosphosiderit ist bis zu einer Temperatur von 95° C beständig, bildet dann bis etwa 700° C eine Zwischenphase und geht

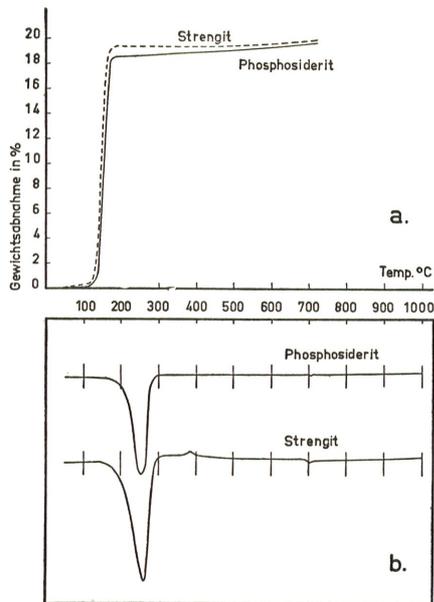


Abb. 4. a.) Entwässerungs- und b.) DTA-Diagramme von Phosphosiderit und Strengit.

anschließend in die Tiefquarz- $\text{FePO}_4$ -Modifikation über. Die gleiche stabile Endphase wird ebenfalls bei der Entwässerung von Strengit erreicht. Hierbei treten noch einige weitere Diagrammänderungen auf, die jedoch in der DTA-Kurve erst bei größerer Meßempfindlichkeit zum Ausdruck kommen. Die Umwandlungspunkte liegen bei  $129^\circ$ ,  $250^\circ$ ,  $345^\circ$  und  $500^\circ\text{C}$ . Das Röntgendiagramm der oberhalb  $500^\circ\text{C}$  auftretenden Modifikation zeigt mit steigenden Temperaturen eine

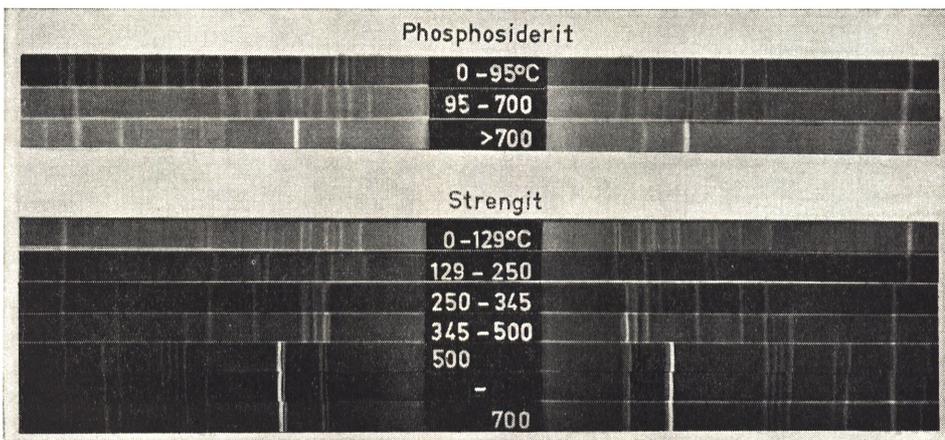


Abb. 5. Hochtemperaturaufnahmen von Phosphosiderit und Strengit.  
( $\text{Fe-K}_\alpha$ , Kammerradius 57,3 mm, Belichtungszeit 15 Stunden)

Linienkontraktion — entsprechend einer Aufweitung des Gitters — und ist ab ca. 700°C identisch mit der stabilen Phase des Tiefquarz-FePO<sub>4</sub>. Die am Phosphosiderit bei 95°C eintretende Phasenänderung ist bis zur Temperatur der völligen Entwässerung reversibel. So ergibt auch eine 15 Stunden lang auf 120°C erhitzte Probe nach der Abkühlung wieder das normale Phosphosiderit-Diagramm.

Unter dem Mikroskop zeigen Phosphosideritkristalle während der Entwässerung ab 138—160°C ein isotropes optisches Verhalten, wobei das Mineral selbst undurchsichtig wird. Am Strengit tritt die Isotropisierung zwischen 150—160°C ein. Bei beiden Phosphaten ist die Farbe nach der Reaktion im polarisierten Licht braun, über 200°C dunkelbraun.

Die chemische Verbindung Fe[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O ist leicht löslich in Salzsäure, schwer löslich in Salpetersäure. Fe[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O bildet als monokline Modifikation das Mineral Phosphosiderit und als rhombische Modifikation Strengit. Eine analoge Verbindung zum Fe[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O ist Al[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O. Hiervon existieren in der Natur ebenfalls zwei Modifikationen, der monokline Klinovariscit und der rhombische Variscit (Variscit ist benannt nach Variscia = lat. Name für Vogtland). Nach *Strunz* und *Sztrókey* (31) stehen diese Fe- und Al-Phosphate in isodimorpher Beziehung zueinander. Die Analysenwerte von Strengit und Variscit liegen meist bei den reinen Endgliedern, jedoch sind sowohl die rhombischen als auch die monoklinen Verbindungen zur Mischkristallbildung befähigt. Die Mischglieder der Strengit-Variscit-Reihe werden unter dem Namen „Barrandit“ geführt. Der in dieser Reihe für Fe-haltige Variscite mitunter verwendete Name „Redondit“ ist auf Grund der Priorität von Barrandit nicht zulässig (*McConnell*). Nach *McConnell* existiert auch zwischen Phosphosiderit und Klinovariscit eine Mischreihe, deren Zwischenglieder als „Klinobarrandite“ bekannt sind. Mischkristallbildungen zwischen Fe- oder Al-Phosphaten und den entsprechenden Arsenaten sind bisher nur in geringem Umfang beobachtet worden. Dabei war stets nur ein einseitiger Ersatz von [AsO<sub>4</sub>] durch geringe Mengen [PO<sub>4</sub>] festzustellen. — Die monokline Form des Fe[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O enthält zum Teil beträchtliche Mengen Mn. Nach dem Vorkommen La Vilate bei Chanteloube, Frankreich, trägt die Varietät mit der Formel (Fe,Mn)[PO<sub>4</sub>]·2H<sub>2</sub>O den Namen „Vilateit“.

Eingehende Versuche zur Hydrothermalsynthese der Fe- und Al-Phosphate sind bereits von *Kleber* und *Weiner* (17) durchgeführt worden. Hierbei konnte in einem Temperaturbereich von 130—180°C als einzige Substanz Strengit in Form von Kristallmehl synthetisiert werden. Die Synthesen erfolgten unter niedrigen Drucken bei pH-Werten zwischen 3 und 7 und Reaktionszeiten von 2 Stunden bis 5 Tagen. Einige wenige Kristalle zeigten die morphologischen Formen (111), (201), (001) (Aufstellung *Strunz* und *Sztrókey*) und einen isometrischen Habitus oder eine Streckung nach der b-Achse.

Phosphosiderit und Strengit zeigen trotz gleicher chemischer Zusammensetzung weitgehende Unterschiede in ihrer Färbung:

Phosphosiderit: blaßrosa, rosa, tief dunkelrot, gelbbraun, moosgrün.

Strengit: farblos, blaßrosa, violettblau (mit wechselnder Intensität), moosgrün.

Die moosgrüne Farbe ist offensichtlich auf mikroskopisch feine Rockbrideit-einschlüsse zurückzuführen, die besonders häufig am Strengit zu beobachten sind. Gelegentlich zeigen die Kristalle vom Strengit im polarisierten Licht einen deutlichen Zonarbau oder teilweise uneinheitliche Auslöschung.

Nach *Kleber* und *Weiner* ist die spektrale Durchlässigkeit D für Phospho-

siderit und Strengit im sichtbaren Spektralgebiet nahezu gleich, im ultraroten Bereich für Strengit etwas geringer. Die Lage der Kurvenmaximalwerte ist für beide Mineralien identisch.

	Phosphosiderit		Strengit	
	m $\mu$	D %	m $\mu$	D %
Maxima	400	4,5	400	3,8
	485	12,5	480	13,0
	640	19,0	680	17,0
Minima	420	1,0	424	0,5
	520	11,8	520	12,0
	730	17,0	740	15,5

Die Bestimmung der Brechungsindizes wurde anhand von orientiert geschliffenen Kristallplättchen aus tiefrotem Phosphosiderit und blauem Strengit nach der Immersionsmethode durchgeführt und aus den Brechungsindizes jeweils der optische Achsenwinkel  $2V$  berechnet. Die Achsenebene für Phosphosiderit ist (010), für Strengit (100). Phosphosiderit ist optisch negativ ( $X =$  spitze Bisektrix), Strengit ist positiv ( $Z =$  spitze Bisektrix). Der Neigungswinkel der Indikatrix zur  $c$ -Achse beträgt beim Phosphosiderit etwa  $+4^\circ$ .

Phosphosiderit			Strengit	
$nX$	$XAc \sim +4^\circ$	1,703 (Na)	$X = c$	1,701 (Na)
$nY$	$Y = b$	1,728	$Y = a$	1,720
$nZ$	$Z$	1,739	$Z = b$	1,740
$\Delta n$		0,036		0,039
$2V$		$66^\circ$		$89^\circ$
Opt. Charakter		negativ		positiv
A.E.		(010)		(100)

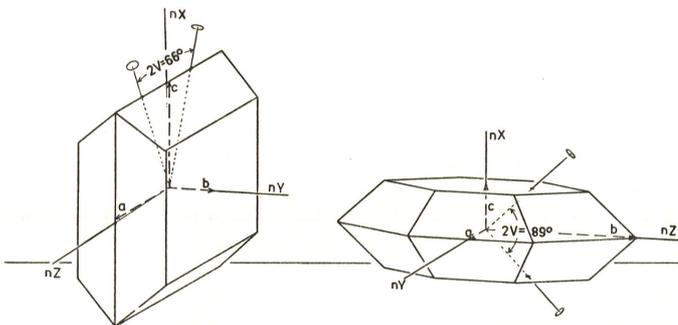


Abb. 6. Optisches Verhalten von Phosphosiderit und Strengit.

Die in der Literatur angegebenen Brechungsindizes für Strengit zeigen bei verschiedenen Fundorten teilweise sehr abweichende Werte. Innerhalb des Vorkommens Pleystein sind die Unterschiede gering; die oben wiedergegebenen

Meßergebnisse sind identisch mit den Angaben anderer Autoren (17). Desgleichen entsprechen auch die Werte für Phosphosiderit etwa den von *De Angelis* am Material aus Sardinien gemessenen Daten. — Die Dispersion für Phosphosiderit ist stark ( $r > v$ ), für Strengit sehr stark ( $r \ll v$ ). Beide Mineralien sind deutlich pleochroitisch:

Phosphosiderit	Strengit
X schwach rosa	X schwach rosa, schwach violett
Y karminrot	Y farblos, violett
Z farblos	Z schwach rosa, blauviolett.

Der Pleochroismus von Strengit ist abhängig von der Eigenfärbung des Minerals und kann dementsprechend innerhalb der einzelnen Orientierungen variieren. — In der alten Aufstellung für Strengit nach *Laubmann* und *Steinmetz* besteht die folgende Beziehung zwischen Optik und Morphologie: X = a, Y = b, Z = c.

Die Dichtebestimmungen für Phosphosiderit und Strengit wurden nach der Pyknometermethode bei Substanzmengen von ca. 0,5 bzw. 0,4 g ausgeführt. Hierbei konnten die folgenden Werte ermittelt werden:

Phosphosiderit	2,75 (22° C)
Strengit	2,86.

Die gemessenen Daten stehen in guter Übereinstimmung mit der Röntgendichte. Die Röntgendichte ist die theoretisch berechnete Dichte einer Substanz aus röntgenographisch ermitteltem Zellvolumen und Molekulargewicht:

$$D = \frac{Z \cdot M}{V \cdot L}$$

- D = Röntgendichte  
 Z = Zahl der Formeleinheiten in der Elementarzelle  
 M = Molekulargewicht der Formeleinheit  
 V = Volumen der Elementarzelle  
 L = Loschmidtsche Zahl =  $0,6023 \cdot 10^{24}$

Da der Aufbau der Realkristalle in vielen Fällen durch Störungen, wie Einlagerungen, Risse, Sprünge uneinheitlich ausfällt, sind die experimentell erhaltenen Dichten meist um 5—10% niedriger als die theoretischen Dichten.

Ergänzend zu den bisherigen Untersuchungen wurden anhand der Pulver-(Debye-Scherrer-) Diagramme von Phosphosiderit und Strengit (Abb. 7) die Berechnung der d-Werte und Indizierung der einzelnen Reflexe durchgeführt. Die zur Messung verwendeten Diagramme sind in einer Seemann-Kammer mit dem Radius 57,3 mm erhalten worden. Die berechneten d-Werte stimmen im allgemeinen gut mit den beobachteten überein und bestätigen somit in bester Weise die zugrunde gelegten Gitterkonstanten für Phosphosiderit nach *Strunz* und *Sztrókay* (31) und für Strengit nach *Kokkoros* (20).

Wie ein Vergleich der Pulveraufnahmen von Phosphosiderit und Strengit zeigt, weisen beide Substanzen — trotz gleicher chemischer Zusammensetzung — völlig verschiedene Diagramme auf, wodurch eine Diagnostizierung auf röntgenographischem Wege ohne Schwierigkeiten möglich ist.

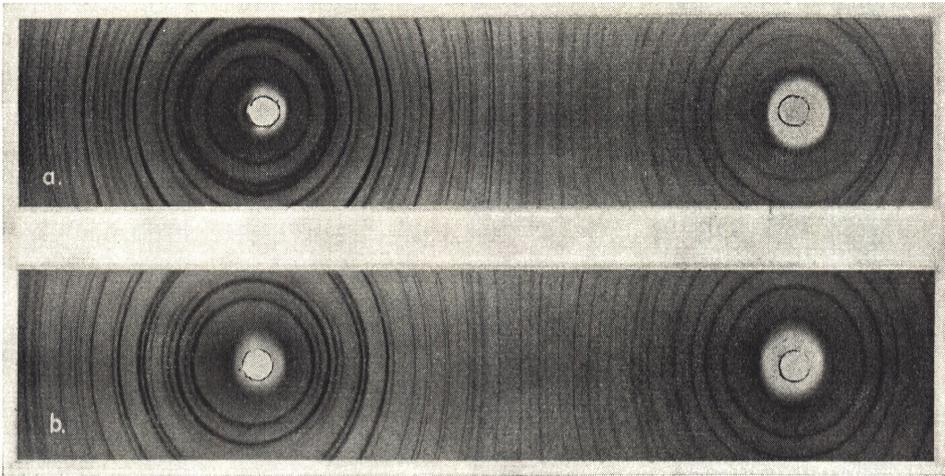


Abb. 7. Debye-Scherrer-Diagramme von Phosphosiderit (a) und Strengit (b).  
(Fe-K $\alpha$ , Kammerdurchmesser 57,3 mm)

Eine Berechnung der d-Werte für Phosphosiderit ist unter Berücksichtigung etwas anderer Gitterkonstanten bereits von *McConnell* (3) veröffentlicht worden. Diese, sowie die neuen Werte stimmen überein. Wegen der Mehrdeutigkeit der Reflexe wurde bei höheren  $\delta$ -Werten auf eine weitere Indizierung der Reflexe verzichtet.

Tabelle 5. d-Werte für Phosphosiderit.

I	d <sub>beob</sub>	hkl	d <sub>ber</sub>	I	d <sub>beob</sub>	hkl	d <sub>ber</sub>
1	5	011	6,478			220	2,327
2	5	020	4,901	15	3	202	2,254
3	8	110	4,659	16	2	140	2,218
4	2	10 $\bar{1}$	4,565	17	4	014	2,130
5	9	002	4,372	18	2	22 $\bar{2}$	2,060
6	3	111	4,090			230	2,053
7	7	120	3,591	19	5	13 $\bar{3}$	2,011
8	3	121	3,313	20	1	024	1,992
9	1	031	3,053			14 $\bar{2}$	1,979
10	10	130	2,792	21	1	213	1,914
		013	2,792			051	1,906
11	2	200	2,649	22	2	150	1,833
		131	2,643	23	3	034	1,813
12	7	210	2,553			223	1,808
13	2	113	2,459	24	3	143	1,760
		211	2,439			241	1,755
14	4	12 $\bar{3}$	2,345	25	1	310	1,735
		132	2,336			30 $\bar{1}$	1,732

	I	d beob	hkl	d ber		I	d beob
26	3	1,710	134	1,719	48	1	1,248
			015	1,719	49	1	1,239
			311	1,706	50	2	1,228
27	2	1,687	152	1,693	51	1	1,212
			152	1,689	52	1	1,202
28	3	1,666	320	1,678	53	1	1,193
			025	1,644	54	1	1,179
29	3	1,630	115	1,640	55	2	1,162
			321	1,632	56	1	1,147
			060	1,629	57	1	1,139
			321	1,627	58	1	1,124
30	1	1,598	312	1,607	59	1	1,111
			061	1,600	60	1	1,100
31	2	1,573	224	1,586	61	2	1,0896
			250	1,572	62	2	1,0710
32	2	1,551	160	1,556	63	1	1,0645
			153	1,553	64	1	1,0587
			330	1,549	65	1	1,0462
33	1	1,534	035	1,539	66	1	1,0443
			243	1,531	67	1	1,0397 $\alpha_1$
			331	1,529	68	1	$\alpha_2$
34	3	1,524	331	1,524	69	1	1,0355
35	1	1,501	303	1,513	70	1	1,0328
			303	1,501	71	1	1,0302
			234	1,501	72	1	1,0266
36	1	1,487	313	1,496	73	1	1,0197
			234	1,490	74	1	1,0165
37	1	1,446	205	1,465	75	2	1,0134
			215	1,448	76	2	1,0110
			006	1,446	77	1	1,0082
38	1	1,435	323	1,435	78	1	1,0054
39	1	1,401	341	1,410	79	2	1,0040
			154	1,406	80	1	1,0007
			106	1,406	81	1	0,9943 $\alpha$
			154	1,402	82	1	0,9943 $\alpha_2$
			106	1,400	83	1	0,9884
40	1	1,389	225	1,391	84	1	0,9842 $\alpha_1$
			260	1,387	85	1	0,9842 $\alpha_2$
			253	1,386	86	2	0,9807 $\alpha_1$
41	3	1,372			87	1	0,9806 $\alpha_2$
42	1	1,351			88	2	0,9765 $\alpha_1$
43	2	1,332			89	1	0,9765 $\alpha_2$
44	3	1,318			90	1	0,9737
45	1	1,290			91	1	0,9731
46	1	1,268			92	1	0,9715
47	2	1,257			93	1	0,9700

Tabelle 6. d-Werte für Strengit.

I	d <sub>beob</sub>	hkl	d <sub>ber</sub>	I	d <sub>beob</sub>	hkl	d <sub>ber</sub>		
1	8	5,497	111	5,470	37	2	1,441	006	1,445
2	5	4,922	020	4,943	38	1	1,418	163	1,418
3	10	4,372	002	4,389				524	1,415
4	6	3,976	121	3,949				632	1,415
5	4	3,706	112	3,694	39	2	1,411	145	1,405
6	4	3,276	221	3,276	40	3	1,380	216	1,376
			022	3,257	41	2	1,344	552	1,342
7	8	3,110	122	3,118	42	1	1,333	354	1,339
8	5	2,998	311	2,990				172	1,331
9	5	2,874	131	2,945	43	1	1,320	722	1,318
10	2	2,779	222	2,747	44	2	1,310	136	1,312
11	1	2,691	113	2,679	45	3	1,288	155	1,291
12	2	2,620	231	2,626	46	2	1,266	651	1,266
13	9	2,537	132	2,547	47	2	1,250	046	1,248
14	4	2,434	213	2,429	48	1	1,227	652	1,228
15	1	2,349	411	2,354	49	1	1,211	471	1,218
16	1	2,271	331	2,267	50	2	1,203	742	1,197
17	1	2,171	004	2,171	51	2	1,190	554	1,183
18	5	2,126	313	2,141	52	1	1,175	660	1,175
			042	2,148				653	1,170
19	1	2,101	142	2,105	53	2	1,151	751	1,153
20	3	2,070	114	2,070	54	1	1,138	571	1,146
21	4	1,998	323	2,004				635	1,132
			422	1,998				327	1,131
			233	1,992				237	1,130
22	4	1,952	214	1,952	55	1	1,107	572	1,117
23	2	1,900	151	1,892	56	2	1,0896	663	1,0891
24	2	1,831	333	1,823	57	2	1,0857	670	1,0805
25	2	1,803	342	1,813	58	2	1,0754	761	1,0750
26	2	1,764	440	1,764				671	1,0718
27	2	1,717	441	1,728	59	2	1,0692	474	1,0705
28	2	1,693	600	1,680	60	1	1,0654	266	1,0620
29	3	1,650	404	1,644	61	1	1,0147 $\alpha_1$	763	1,0145
30	2	1,627	044	1,629	62	1	1,0148 $\alpha_2$		
			611	1,627	63	2	1,0028 $\alpha_1$		
31	1	1,615	215	1,617	64	2	1,0030 $\alpha_2$	357	1,0012
32	2	1,600	532	1,600	65	2	0,9889 $\alpha_1$		
33	2	1,568	621	1,565	66	1	0,9888 $\alpha_2$	067	0,9892
34	2	1,553	225	1,556	67	1	0,9832	772	0,9817
35	2	1,541	244	1,549	68	1	0,9794	627	0,9771
36	4	1,478	631	1,474	69	1	0,9748	665	0,9748

## III. Metrik und Morphologie

## 1. Phosphosiderit

Wegen der geringen Neigung der monoklinen a-Achse ( $\beta = 90^\circ 36'$ ) wurde Phosphosiderit in der Erstbeschreibung von *W. Brubns* und *K. Busz* 1890 (2) als rhombisch angesehen und dementsprechend in den Werken von *Dana* 1892 (5), *Goldschmidt* 1920 (10) und *Hintze* 1933 (15) ebenfalls mit rhombischer Aufstellung übernommen. Nach *De Angelis* 1926 (1) ist die Symmetrie auf Grund von morphologischen und optischen Untersuchungen monoklin. Dergleichen entsprechen die bei Ätzversuchen erhaltenen Flächenbezeichnungen in ihrer Anordnung stets monoklinen Symmetrieelementen. 1939 konnten *McConnell* (3) und *Strunz* und *Sztrókaý* (31) diese Beobachtungen durch röntgenographische Messungen an Kristallen vom Pleysteiner Vorkommen bestätigen. Danach gehört der Phosphosiderit zur monoklin-prismatischen Klasse,  $C_{2h}^2 - P2_1/m$ . Die Gitterkonstanten, in metrischen Ängström-Einheiten ausgedrückt, sind:

$$a_0 = 5,29 \quad b_0 = 9,77 \quad c_0 = 8,73 \quad \beta = 90^\circ 36'$$

Hieraus resultiert das Achsenverhältnis:

$$\begin{aligned} a_0 : b_0 : c_0 &= 0,5415 : 1 : 0,8936 \\ p_0 : q_0 : r_0 &= 1,6502 : 0,8936 : 1 & \mu &= 89^\circ 24' \\ r_2 : p_2 : q_2 &= 1,1191 : 1,8467 : 1 \\ p_0' &= 1,6502 & q_0' &= 0,8934 & x_0' &= 0,0104 \end{aligned}$$

Tabelle 7. Winkelwerte für Phosphosiderit.

Form	$\Phi$	$\varrho$	$\Phi_2$	$\varrho_2=B$	C	A
c 001	90°00'	0°36'	89°24'	90°00'	.....	89°24'
b 010	0 00	90 00	.....	0 00	90°00'	90 00
a 100	90 00	90 00	0 00	90 00	89 24	.....
j 140	24 47	90 00	0 00	24 47	89 55	65 13
k 130	31 37	90 00	0 00	31 37	89 41 1/2	58 23
l 490	39 22 1/2	90 00	0 00	39 22 1/2	89 37	50 37 1/2
m 110	61 33 1/2	90 00	0 00	61 33 1/2	89 28 1/2	28 26 1/2
n 210	74 51	90 00	0 00	74 51	89 25 1/2	15 09
o 410	82 11	90 00	0 00	82 11	89 24 1/2	7 49
h 011	0 40	41 52 1/2	89 24	48 04 1/2	41 55 1/2	89 33
i 041	0 10	74 25	89 24	15 35	74 25	89 50
f 103	90 00	29 16	60 43 1/2	90 00	28 40 1/2	60 44
e 101	90 00	58 57	31 03	90 00	58 21	31 03
u 132	31 56	57 39 1/2	50 07	44 11 1/2	57 21	63 27
q 121	42 54	67 42 1/2	31 03	47 19 1/2	67 18 1/2	50 57
p 111	61 42 1/2	62 03 1/2	31 03	65 15	61 32	38 59
p̄ 1̄11	-61 24 1/2	61 49 1/2	148 37	65 02 1/2	61 18	140 43

Selten oder von zweifelhafter Existenz sind die Flächen:

$$(710) \quad (034) \quad (\bar{5}04) \quad (117) \quad (771) \quad (\bar{1}12) \quad (071) \quad (201).$$

Für die von *Brubns* und *Busz* 1890 in der rhombischen Aufstellung beschriebenen Flächen (034) und (771) ist nicht bekannt, ob sie bei einem monoklinen Achsenkreuz ein positives oder negatives Vorzeichen erhalten.

In der Tabelle der Winkelwerte sind alle am Phosphosiderit bekannten Flächen aufgeführt. Demzufolge finden sich dort auch Formen, die für das Vorkommen Pleystein bisher nicht nachgewiesen werden konnten, wie  $n(210)$ ,  $o(410)$ ,  $f(103)$  und einige der unsicheren Flächenangaben. Als neue Formen wurden erstmals beobachtet  $j(140)$ ,  $k(130)$  und  $l(490)$ . Ferner trat relativ häufig die bereits von *Brubns* und *Busz* an Kristallen der Grube Kalterborn (Eiserfeld, Siegen) beschriebene Form  $i(041)$  auf. — An je einem Kristallindividuum konnten die Kantenabstumpfung (071) und (201) festgestellt werden, jedoch müssen auf Grund ungenauer goniometrischer Meßergebnisse diese Flächenindizes als nicht sicher angesehen werden. Desgleichen zeigen sich für  $j(140)$  mitunter Abweichungen in den  $\Phi$ - $Q$ -Positionen, denen mitunter dann besser der Flächenindex (4.15.0) entsprechen würde. In der folgenden Bearbeitung werden diese Formen jedoch weiterhin unter (140) geführt.

Anhand der am Phosphosiderit vermessenen Winkel  $(110):(\bar{1}10) = 57^{\circ}03'$  und  $(001):(011) = 41^{\circ}45'$  wurde das morphologische Achsenverhältnis bestimmt, das in guter Übereinstimmung steht mit dem röntgenographisch gemessenen Verhältnis von  $a_0:b_0:c_0$  und den Ergebnissen aus älteren Veröffentlichungen.

$a_0:b_0:c_0 = 0,5415:1:0,8936$	abgeleitet a. d. Gitterkonstanten	$\beta = 90^{\circ}36'$
$a : b : c = 0,5437:1:0,8925$	Eigene Messungen	$\beta = 90^{\circ}36'$
0,5449:1:0,8968	<i>De Angelis</i>	$\beta = 89^{\circ}24'$
0,5456:1:0,8905	<i>Laubmann</i> und <i>Steinmetz</i>	(rhomb.)

Die im Pleysteiner Rosenquarz auftretenden Phosphosideritkristalle lassen sich nach ihrer morphologischen Entwicklung in zwei Gruppen einteilen. Kristalle vom Typ 1 sind parallel der  $a$ -Achse gestreckt und zeigen einen vorwiegend tafeligen bis kurzsäuligen Habitus. Die wichtigsten Vertreter dieses Types sind in Abb. 8 a—k dargestellt. Sie bilden den größten Teil aller Phosphosideritkristallisationen. Wesentlich seltener sind Kristalle vom Typ 2 zu beobachten (Abb. 8 l—p). Hier ist die Streckungsachse [001] und der Habitus ausgesprochen prismatisch. Die Kristalle finden sich im Gegensatz zu denen vom Typ 1 stets als Einzelindividuen bis zu 2 mm Größe auf Quarz oder Rockbridegit. Ihre Färbung ist meist gelbbraun oder zart rosa. Im Habitus zeigen sie eine große Ähnlichkeit mit den Phosphosideritkristallen der Grube Kalterborn (Siegen) und den von *De Angelis* aus Sardinien beschriebenen Exemplaren. Alle Kristallbildungen vom Typ 2 entstammen dem Material vom Felssturz (1960), während Typ 1 sowohl bei älteren als auch bei neueren Funden vertreten war. Phosphosiderite vom Typ 1 sind gelblich oder rosa bis farblos, seltener von schöner dunkelroter Färbung.

Die Kombinationen a), b), c), g) wurden bereits von *Laubmann* und *Steinmetz* beschrieben und konnten ebenfalls sowohl auf älteren als auch auf den neuen Kristallstufen beobachtet werden. Abb. c) ist anhand einer von *Laubmann* und *Steinmetz* unvollständig dargestellten Kombination rekonstruiert worden. Es ist anzunehmen, daß die hier mit dem Index (021) gezeichnete Fläche  $i$  ebenfalls der weiter unten beschriebenen Form (041) entspricht. Aus älteren Vorkommen stammen auch die in den Abb. h) und i) dargestellten Kristalle, die neben den trachtpersistenten Flächen  $b(010)$ ,  $h(011)$ ,  $m(110)$  wechselweise die Kombinationen von  $e(101)$ ,  $c(001)$ ,  $p(111)$ ,  $p'(1\bar{1}1)$ ,  $e'(10\bar{1})$  und  $l(490)$

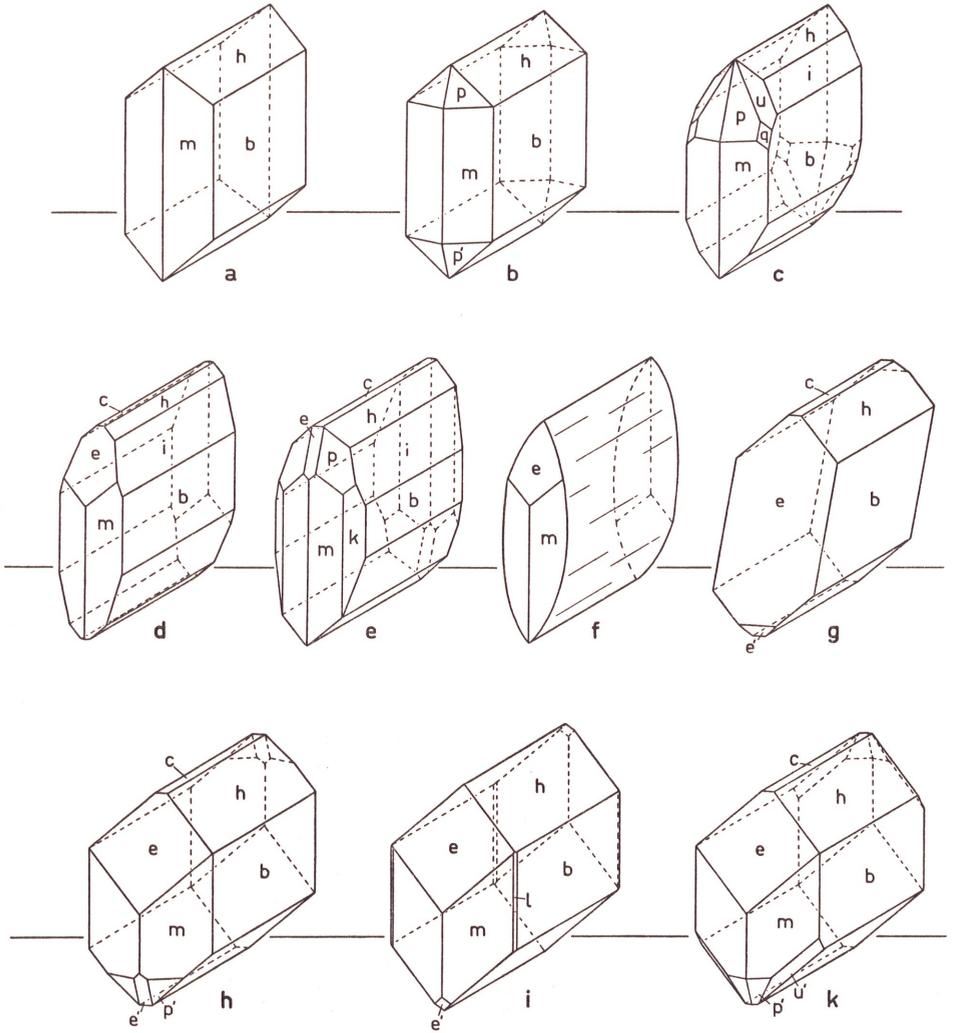


Abb. 8 a—k Phosphosiderit von Pleystein.  
(Streckungsachse [100])

a)	b (010)	h (011)	m (110)				
b)	b (010)	h (011)	m (110)	p (111)	$p'(11\bar{1})$		
c)	b (010)	h (011)	m (110)	p (111)	i (041)?	u (132)	q (121)
d)	b (010)	h (011)	m (110)	e (101)	c (001)	i (041)	
e)	b (010)	h (011)	m (110)	e (101)	c (001)	p (111)	i (041) k (130)
f)	m (110)	e (101)					
g)	b (010)	h (011)	e (101)	c (001)	$e'(10\bar{1})$		
h)	b (010)	h (011)	m (110)	e (101)	c (001)	$p'(11\bar{1})$	$e'(10\bar{1})$
i)	b (010)	h (011)	m (110)	e (101)	c (001)	$p'(11\bar{1})$	$u'(13\bar{2})$
k)	b (010)	h (011)	m (110)	e (101)	$e'(10\bar{1})$	l (490)	

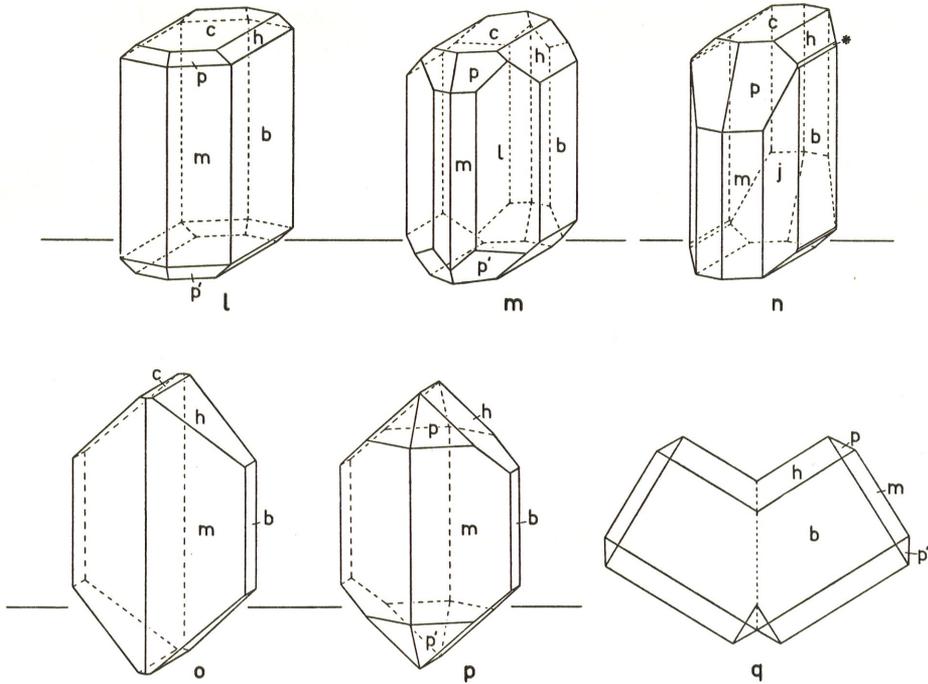


Abb. 8 l—p Phosphosiderit von Pleystein.  
(Streckungsachse [001])

l)	b (010)	h (011)	m (110)	c (001)	p (111)	$p'(11\bar{1})$	
m)	b (010)	h (011)	m (110)	c (001)	p (111)	$p'(11\bar{1})$	l (490)
n)	b (010)	h (011)	m (110)	c (001)	p (111)	j (140)	* (071)
o)	b (010)	h (011)	m (110)	c (001)			
p)	b (010)	h (011)	m (110)	p (111)	$p'(11\bar{1})$		
q)	Zwilling nach (101)	Seitenansicht					
	b (010)	h (011)	m (110)	p (111)	$p'(11\bar{1})$		

aufweisen. Die letztgenannten Formen treten oft nur in kleinen Flächen als Ecken- oder Kantenabstumpfung auf. Desgleichen ist die an diesen Kristallen erstmals beobachtete Fläche l(490) meist nur andeutungsweise vorhanden. Jedoch war die goniometrische Vermessung hier wie auch bei dem Kristall der Abb. m) ohne Schwierigkeiten möglich.

Während Phosphosiderit aus älteren Vorkommen (Fundpunkt 1) vorwiegend einen tafeligen (nach b(010)) oder kurzsäuligen Habitus aufweist, sind die Kristalle des anlässlich von Ausschachtungsarbeiten zum Bau eines Trinkwasserbehälters (Fundpunkt 2) im Jahre 1951 gesammelten Belegmaterials ausschließlich in Form linealartiger Prismen aufgewachsen (Abb. d). Streckungsachse ist [100]. Im Vergleich mit Stufen vom Fundpunkt 1 und 3 ist Phosphosiderit hier neben anderen Phosphatmineralien sehr zurücktretend. Die schwach rosa Individuen finden sich meist direkt auf Quarz oder Rockbröckel aufsetzend. Neben den Flächen b(010), h(011), m(110) führen sie verschiedene Kombinationen der Formen e(101), c(001), p(111) und i(041). (041), bisher für Pleystein unbekannt,

ist recht häufig und in relativ großer Ausbildung vorhanden. Die Fläche  $c(001)$  ist in ihrer Größe meist untergeordnet ausgeprägt. Mitunter tritt sie nur mit positivem Vorzeichen auf, während die Gegenfläche  $(00\bar{1})$  völlig fehlt oder nur andeutungsweise erscheint.

In den am 6. März 1960 durch den Felssturz an der NO-Seite des Kreuzberges freigelegten Phosphatpartien wurden neben vielen der bisher erwähnten Kombinationen Kristalle mit den in den Abb. e), f) und k)—p) dargestellten Trachten beobachtet. Recht häufig waren auch die einfachen pseudorhombischen Formenkombinationen mit  $b(010)$ ,  $h(011)$ ,  $m(110)$  und  $p(111)$ . Diese nach  $b(010)$  tafeligen Kristalle bilden oft nach der  $b$ -Fläche Parallelverwachsungen mehrerer Einzelindividuen. Zum Teil treten Zwillingsbildungen mit  $(101)$  als Zwillings-ebene auf (Abb. q, als Seitenprojektion), wobei gelegentlich Durchkreuzungen zweier Individuen zu beobachten sind. An den in Abb. e) und n) gezeigten Kristallen waren die bisher unbekanntenen Formen  $k(130)$  und  $j(140)$  in recht großer Entwicklung vorhanden. Es wurde ferner an einem Kristallindividuum (Abb. n) als schmale Kantenabstumpfung eine Fläche mit dem wahrscheinlichen Flächenindex  $(071)$  vorgefunden. — Ein großer Teil der Phosphosiderite zeigt in der Zone  $[100]$  keine ausgeprägten Flächenbegrenzungen, so daß sich die Formen  $(011)$ ,  $(041)$  und  $(010)$  zu einer einheitlichen gerundeten Fläche mit parallel zur  $a$ -Achse verlaufender Streifung aneinanderfügen (Abb. f). Bei fast allen Phosphosideritkristallen weist die Fläche  $b(010)$  eine deutliche Streifung in Richtung der  $a$ -Achse auf, wodurch die Entscheidung über die Orientierung des jeweiligen Individuums wesentlich erleichtert wird.

### Statistische Auswertungen

Die Vielzahl der untersuchten Kristallindividuen sowohl von Phosphosiderit als auch von Strengit gestattet eine eingehende morphologisch-statistische Bearbeitung beider Kristallarten. Für Phosphosiderit von Pleystein ist eine derartige Statistik — wahrscheinlich aus Mangel an ausreichendem Untersuchungsmaterial — bisher nicht veröffentlicht worden. Dementsprechend resultieren die hier folgenden Ergebnisse ausschließlich aus eigenen Beobachtungen, während beim Strengit, soweit dies möglich war, auch ältere statistische Angaben desselben Fundortes verwendet wurden.

Obwohl Phosphosiderit und Strengit in enger Vergesellschaftung zu finden sind, ist das Vorkommen von ersterem wesentlich seltener. Das Häufigkeitsverhältnis der beiden Kristallarten beträgt etwa 1:50. Von jeweils 30 der beobachteten Kristalle zeigte wiederum nur etwa ein Kristall die für eine Statistik erforderliche vollständige Ausbildung der Flächen. So sind z. B. die häufig auftretenden Kristalle vom Typus der Abb. f wegen der fehlenden Flächenbegrenzungen in der Zone  $[100]$  statistisch nicht erfaßbar.

Insgesamt standen für eine Bewertung von Phosphosiderit 206 Kristalle zur Verfügung. Hiervon entstammen 45 Kristalle Mineralstufen älterer Herkunft (Fundpunkt 1), 23 Kristalle den bei Ausschachtungsarbeiten am Kreuzberg im Jahre 1951 gesammelten Belegstücken (Fundpunkt 2), 138 Kristalle dem auf Grund des Felssturzes vom 6. März 1960 gewonnenen Untersuchungsmaterial (Fundpunkt 3).

Die statistische Auswertung erfolgte nach der Häufigkeit der Flächen ( $h$ -Werte), Trachten ( $t$ - und  $z$ -Werte), ferner nach Trachtpersistenz ( $p$ -Werte), Zonengewicht und Flächengröße ( $g$ ). Von den  $h$ -,  $t$ - und  $z$ -Werten wurde neben einer

Gesamtdarstellung für jedes der einzelnen Vorkommen eine getrennte Bewertung durchgeführt. Bei den p- und g-Werten sowie bei den Zonengewichten ist jedoch auf diese Unterteilung verzichtet worden.

Zu Beginn der statistischen Betrachtungen sei in Tabelle 8 eine Zusammenstellung der Flächenhäufigkeitszahlen (h-Werte) für Phosphosiderit gegeben. Die relative Flächenhäufigkeitszahl einer Form gibt den Anteil dieser Form in Bezug auf je 100 der insgesamt untersuchten Kristalle an.

Tabelle 8. Flächenhäufigkeitszahlen (h-Werte) für Phosphosiderit.

	Fundpunkt 1	Fundpunkt 2	Fundpunkt 3	Gesamtbewertung
b (010)	100,0 % (45)	100,0 % (23)	100,0 % (138)	100,0 % (206)
h (011)	100,0 (45)	100,0 (23)	100,0 (138)	100,0 (206)
m (110)	100,0 (45)	100,0 (23)	97,8 (135)	98,5 (203)
e (101)	71,1 (32)	65,2 (15)	51,5 (71)	53,4 (110)
c (001)	37,8 (17)	34,8 (8)	31,9 (44)	33,5 (69)
p (111)	37,8 (17)	8,7 (2)	28,3 (39)	28,2 (58)
p' (111)	53,3 (24)	— —	11,6 (16)	19,4 (40)
e' (101)	48,9 (22)	— —	3,0 (4)	12,6 (26)
j (140)	— —	— —	11,6 (16)	7,8 (16)
u' (132)	— —	— —	10,9 (15)	7,3 (15)
i (041)	— —	47,8 (11)	1,5 (2)	6,3 (13)
l (490)	20,0 (9)	— —	1,5 (2)	5,3 (11)
k (130)	— —	— —	0,7 (1)	0,5 (1)

Die in Klammern gesetzten Zahlenwerte entsprechen jeweils der Anzahl der Kristalle, welche die betreffende in der ersten Spalte bezeichnete Form aufweisen. — Wie aus der graphischen Darstellung der Flächenhäufigkeitszahlen Abb. 9 leicht zu ersehen ist, sind die Flächen b(010) und h(011) an allen untersuchten Kristallen vertreten ( $h = 100\%$ ). Zusammen mit der Fläche m(110), deren h-Wert in der Gesamtbewertung etwas niedriger ausfällt ( $h = 98\%$ ), bilden sie die für dieses Vorkommen charakteristischen Leitformen.

Analog den Werten der Einzelformen kann auch für die Formenkombinationen (Trachten) eine Häufigkeitsreihe abgeleitet werden. Die relativen Häufigkeitszahlen der Trachten (t-Werte) werden ebenfalls auf je 100 der insgesamt berücksichtigten Kristalle bezogen und in Prozent angegeben. Auch hier sei zum besseren Vergleich eine getrennte Statistik der einzelnen Fundpunkte und eine Gesamtbewertung durchgeführt.

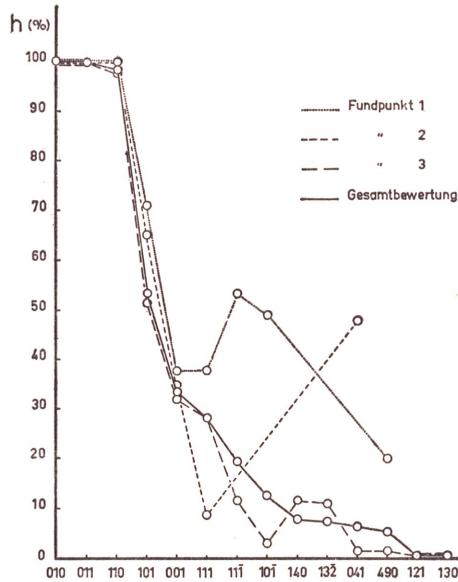


Abb. 9. Flächenhäufigkeitswerte  $h$  (in %) von Phosphosiderit. Pleystein.

Tabelle 9. Häufigkeitswerte der Trachten ( $t$ -Werte) für Phosphosiderit.

*Fundpunkt 1.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 45)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	= $t\%$
3	bhm	7	15,6
4	bhme	5	11,1
	bhmp	4	8,9
5	bhmec	1	2,2
	bhmepp	1	2,2
	bhmel	1	2,2
	bhmp'e'	2	4,4
6	bhmecpp'	2	4,4
	bhmepp'e'	2	4,4
	bhmce'l	1	2,2
7	bhmecpp'e'	7	15,6
	bhmepp'e'	3	6,7
8	bhmecpp'e'	2	4,4
	bhmecpp'e'l	2	4,4
	bhmepp'e'l	2	4,4
9	bhmecpp'e'l	3	6,7
16 Kombinationen			

*Fundpunkt 2.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 23)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	= t %
3	bhm	6	26,1
4	bhme	4	17,4
	bhmp	2	8,7
5	bhmei	3	13,0
6	bhmeci	8	34,8
5 Kombinationen			

*Fundpunkt 3.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 138)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	= t %
3	bhm	23	16,7
4	bhme	33	23,9
	bhmc	10	7,2
	bhmp	4	2,9
	bhmi	1	0,7
	bhml	1	0,7
	bheu'	2	1,5
	bhcp	3	2,2
5	bhmec	7	5,1
	bhmep	9	6,5
	bhmej	1	0,7
	bhmeu'	7	5,1
	bhmcj	1	0,7
	bhmpp'	7	5,1
	bhmp'u'	1	0,7
	bhece'	1	0,7
6	bhmecp'	3	2,2
	bhmece'	2	1,5
	bhmecu'	1	0,7
	bhmep'u'	1	0,7
	bhmee'u'	1	0,7
	bhmcpp'	1	0,7
	bhmcpj	14	10,1
7	bhmecp'u'	2	1,5
	bhmcpp'l	1	0,7
8	bhmeckiq	1	0,7
26 Kombinationen			

*Gesamtbewertung.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 206)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	= t %
3	bhm	36	17,5
4	bhme	42	20,4
	bhmc	10	4,9
	bhmp	10	4,9
	bhmi	1	0,5
	bhml	1	0,5
	bheu'	2	1,0
	bhcp	3	1,5
5	bhmec	8	3,9
	bhmep	10	4,9
	bhmej	1	0,5
	bhmeu'	7	3,4
	bhmei	3	1,5
	bhmel	1	0,5
	bhmcj	1	0,5
	bhmpp'	7	3,4
	bhmp'e'	2	1,0
	bhmp'u'	1	0,5
	bhece'	1	0,5
6	bhmecp'	5	2,4
	bhmece'	2	1,0
	bhmeci	8	3,9
	bhmecu'	1	0,5
	bhmepp'	2	1,0
	bhmepp'u'	1	0,5
	bhmee'u'	1	0,5
	bhmee'l	1	0,5
	bhmcpp'	1	0,5
	bhmcppj	14	6,8
7	bhmecp'e'	7	3,4
	bhmecp'u'	2	1,0
	bhmepp'e'	3	1,5
	bhmcpp'l	1	0,5
8	bhmecpp'e'	2	1,0
	bhmecpp'l	2	1,0
	bhmeckiq	1	0,5
	bhmepp'e'l	2	1,0
9	bhmecpp'e'l	3	1,5
	38 Kombinationen		

Nach der Häufigkeit der einzelnen Trachten geordnet, ergibt sich dann für die verschiedenen Fundpunkte die in Tabelle 10 wiedergegebene Reihenfolge:

Tabelle 10.

<i>Fundpunkt 1</i>	<i>Fundpunkt 2</i>	<i>Fundpunkt 3</i>	<i>Gesamtbewertung</i>
15,6 % bhm bhmeccp'e'	34,8 % bhmecci	23,9 % bhme	20,4 % bhme
	26,1 bhm	16,7 bhm	17,5 bhm
11,1 bhme	17,4 bhme	10,1 bhmcpcj	6,8 bhmcpcj
8,9 bhmp	13,0 bhmei	7,2 bhmc	4,9 bhmc bhmp
6,7 bhmepp'e' bhmeccpp'e'l	8,7 bhmp	6,5 bhmep	bhmep
4,4 bhmp'e' bhmeccp' bhmepp' bhmeccpp'e' bhmeccp'e'l bhmepp'e'l		5,1 bhmec bhmeu' bhmp bhcp bhmeccp'	3,9 bhmec bhmecci 3,4 bhmeu' bhmp bhmeccp'e'
2,2 bhmec bhmepp' bhmel bhmee'l		1,5 bheu' bhmecc' bhmeccp'u' 0,7 bhmi bhml bhmej bhmcj bhmp'u' bhecc' bhmeccu' bhmepp'u' bhmee'u' bhmcpp' bhmcpp'l bhmecciq	2,4 bhmeccp' 1,5 bhcp bhmei bhmepp'e' bhmeccpp'e'l 1,0 bheu' bhmp'e' bhmecc' bhmepp' bhmeccp'u' bhmeccpp'e' bhmeccpp'l bhmepp'e'l 0,5 bhmi bhml bhmej bhmel bhmcj bhmp'u' bhecc' bhmeccu' bhmepp'u' bhmee'u' bhmee'l bhmcpp' bhmeccpp'l bhmecciq

Für Phosphosiderit von Pleystein konnten insgesamt 38 verschiedene Flächenkombinationen beobachtet werden. Jedoch ist keine durch eine dominierende Häufigkeit ausgezeichnet. Die zwei häufigsten Trachten aller Fundpunkte sind die Kombinationen bhme ( $t = 20,4\%$ ) und bhm ( $t = 17,5\%$ ). Beide zusammen

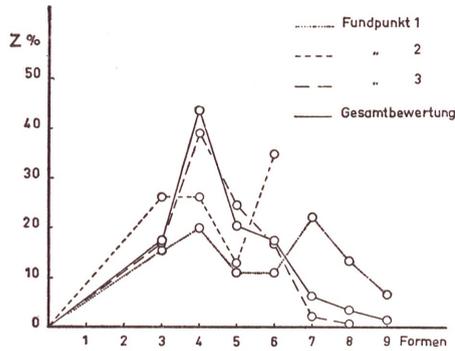


Abb. 10. z-Werte (in %) von Phosphosiderit. Pleystein

ergeben einen t-Wert von 37,9%, d. h. sie sind bereits an mehr als einem Drittel der untersuchten Kristalle vorhanden.

Am Aufbau der Flächenkombinationen von Phosphosiderit sind maximal 9 Formen beteiligt. Die prozentualen Häufigkeiten der einzelnen Kombinationen in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Anzahl der Flächen werden durch die z-Werte ausgedrückt. Hierbei ist die Summe der betrachteten Kristalle als 100% zugrunde gelegt.

Tabelle 11. Häufigkeit der Flächenkombinationen mit 1...n Formen (z-Werte).

Zahl der komb. Formen	Fundpunkt 1 45 = 100 %	Fundpunkt 2 23 = 100 %	Fundpunkt 3 138 = 100 %	Gesamtbewertung 206 = 100 %
1	—	—	—	—
2	—	—	—	—
3	15,5 % (7)	26,1 % (6)	16,7 % (23)	17,5 % (36)
4	20,0 (9)	26,1 (6)	39,1 (54)	43,7 (69)
5	11,1 (5)	13,0 (3)	24,6 (34)	20,4 (42)
6	11,1 (5)	34,8 (8)	16,7 (23)	17,5 (36)
7	22,2 (10)	—	2,2 (3)	6,3 (13)
8	13,3 (6)	—	0,7 (1)	3,4 (7)
9	6,7 (3)	—	—	1,5 (3)

Auch hier wurde eine Unterteilung nach den einzelnen Fundpunkten vorgenommen. Dabei fällt auf, daß die Kristalle aus älteren Vorkommen bevorzugt 6 bzw. 7 Formen in den Kombinationen aufweisen, während am Material vom Felssturz 1960 — dementsprechend auch in der Gesamtbewertung — Trachten mit 4 Formen dominieren. (S. Abb. 10). Die in Klammern gesetzten Zahlenwerte entsprechen der absoluten Anzahl der jeweils beobachteten Trachten zu n-Formen.

Wie aus der Zusammenstellung der t-Werte zu ersehen ist, sind die einzelnen Formen mit recht unterschiedlicher Häufigkeit in den Kombinationen vertreten. Das Beharrungsvermögen einer Form in verschiedenartigen Trachten wird gekennzeichnet durch die Trachtpersistenz p. Dieser Wert gibt die prozentuale Beteiligung der Form an allen Kombinationen an.

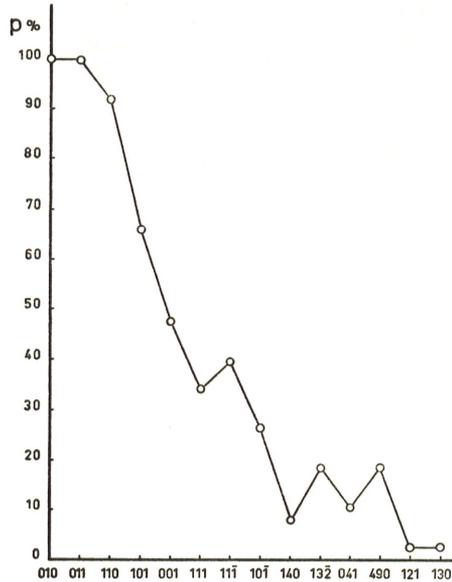


Abb. 11. Trachtpersistenz p (in %) von Phosphosiderit. Pleystein.

Dabei wird jede Trachtausbildung unabhängig von ihrer Häufigkeit nur einmal bewertet.

Bei der Darstellung der Trachtpersistenzen wurde — wie auch in den folgenden Statistiken — auf eine Unterteilung verzichtet und nur die Gesamtbewertung berücksichtigt. — Die Summe aller am Phosphosiderit beobachteten Trachten ist 38 (= 100%). Dementsprechend bezeichnen die in Klammern angegebenen Werte die absolute Anzahl der Flächenkombinationen mit den jeweils betrachteten Formen.

Tabelle 12. Trachtpersistenz p für Phosphosiderit  
Summe der Kombinationen 38 = 100%

Form	p %		Form	p %	
b (010)	100,0	(38)	e' (101̄)	26,3	(10)
h (011)	100,0	(38)	j (140)	7,9	(3)
m (110)	92,1	(35)	u' (132̄)	18,4	(7)
e (101)	65,8	(25)	i (041)	10,5	(4)
c (001)	47,4	(18)	l (490)	18,4	(7)
p (111)	34,2	(13)	q (121)	2,6	(1)
p' (111̄)	39,5	(15)	k (130)	2,6	(1)

Die Flächen b(010) und h(011) führen einen p-Werte von 100%, d. h. sie treten an allen beobachteten Kombinationen auf. Als nächsthäufige Form folgt m(110) mit 92,1%; b, h und m sind die eigentlichen trachtbildenden Flächen. Alle anderen Formen finden sich stets in Verbindung mit dieser Grundkombi-

nation. Durch Ergänzung von bhm durch eine oder mehrere Formen können so die 38 verschiedenartigen Trachttypen abgeleitet werden. Jedoch ist bei gleichen Trachten — bedingt durch unterschiedliche Flächengröße und Streckungsrichtung — der Habitus mitunter völlig verschieden ausgeprägt.

Aus der Reihenfolge der Kombinationspersistenzen läßt sich gleichzeitig die Trachtwichtigkeit der einzelnen Formen entnehmen. Wie die graphische Darstellung (Abb. 11) zeigt, sind hierbei fünf Häufigkeitsgruppen zu unterscheiden, die nach ihrer Wichtigkeit bezeichnet werden als

1. charakteristische Leitformen des betreffenden Fundortes  
mit  $b(010)$   $h(011)$   $m(110)$
2. Nebenleitformen  
mit  $e(101)$
3. Spezialformen  
mit  $c(001)$   $p(111)$   $p'(11\bar{1})$
4. Ergänzungsformen  
mit  $e'(10\bar{1})$   $j(140)$   $u'(13\bar{2})$   $i(041)$   $l(490)$
5. individuelle Formen  
mit  $q(121)$   $k(130)$ .

Eine Ableitung der Flächenwichtigkeit aus den h-Werten führt beim Phosphosiderit zu der gleichen Rangordnung.

Bilden wir die Summe der Trachtpersistenzen aller jeweils in einer Zone liegenden Flächen, so können wir anhand dieser Zahlenwerte eine quantitative Aussage über die Bedeutung der einzelnen Zonen untereinander machen. Ist also eine Form in derselben Zone mehrmals mit verschiedenen Vorzeichen vorhanden, so muß der p-Wert dieser Form mit der Anzahl der Flächen multipliziert werden. In der folgenden Tabelle sind die Zonengewichte für Phosphosiderit ihrer Wichtigkeit entsprechend zusammengestellt. Die Zahlenangabe hinter jedem Flächenindex zeigt hierbei die Häufigkeit dieser Form in der jeweils betrachteten Zone an.

Tabelle 13. Zonengewichte für Phosphosiderit.

Zone	Formen und Formenhäufigkeit in der Zone						Zonengewicht
[100]	(010) 2	(041) 4	(011) 4	(001) 2			736,8
[001]	(010) 2	(140) 4	(130) 4	(490) 4	(110) 4		684,0
[111]	(110) 2	(101) 1	(011) 2	( $\bar{1}$ 32) 1	(121) 2	( $\bar{1}$ 01) 1	499,9
[10 $\bar{1}$ ]	(010) 2	(121) 4	(111) 4	(101) 2			478,8
[110]	(110) 2	(111) 2	(001) 2	( $\bar{1}$ 11) 2			426,4
[101]	(010) 2	( $\bar{1}$ 21) 4	( $\bar{1}$ 11) 4	( $\bar{1}$ 01) 2			421,0
[010]	(101) 2	(001) 2	( $\bar{1}$ 01) 2				279,0
[311]	(130) 2	(121) 2	(011) 2				210,4
[310]	(130) 2	(001) 2	(132) 2				136,8

Das größte Zonengewicht entspricht der Zone [100]. In ihr sind 4 Formen mit insgesamt 12 Flächen enthalten. Flächenreichste Zone ist [001]. Sie weist mit 5 unterschiedlichen Formen 18 Flächen auf, in der Folge der Zonengewichte



der Entwicklung bei gleichen Trachten zu einem völlig verschiedenen Habitus führen kann (s. Abb. 8b und p).

Bei einer statistischen Betrachtung der Flächengrößen wird für jede Form die durchschnittliche Größe ermittelt. Die Flächen werden nach qualitativen Erwägungen in 3 Gruppen eingeteilt (23):

1. Vorherrschende, habitusbestimmende Flächen
2. Mittlere, den Charakter der Kombination mitbestimmende Flächen
3. Untergeordnete Flächen (Akzessorien).

Die prozentualen Häufigkeiten einer Form in den 3 Gruppen bezeichnen wir mit  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  und  $\gamma_3$ . Hierbei werden die einzelnen Gruppen unterschiedlich bewertet. Die Werte für  $\gamma_1$  erhalten das Gewicht 1, für  $\gamma_2$  das Gewicht  $\frac{2}{3}$  und für  $\gamma_3$  das Gewicht  $\frac{1}{3}$ . Aus der Summe der Gruppenwerte wird die den jeweiligen Formen entsprechende Gewichtszahl  $g$  gebildet, die maximal den Wert 100 erreichen kann.

$$g = 1 \cdot \gamma_1 + \frac{2}{3} \cdot \gamma_2 + \frac{1}{3} \cdot \gamma_3$$

In der folgenden Tabelle sind für die Formen vom Phosphosiderit die  $g$ -Werte nach abnehmender Wichtigkeit aufgeführt. Die Zusammenstellung zeigt daneben für jede Form die entsprechenden  $\gamma$ -Bewertungen bzw. als Klammerausdruck die absolute Zahl einer Form in den verschiedenen Größenklassen.  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$  und  $g$  sind hierbei auf die Summe aller die betreffenden Flächen führenden Kristalle bezogen worden.

Tabelle 14. Flächengrößen ( $g$ -Werte) für Phosphosiderit  
(Summe der berücksichtigten Kristalle = 206)

Form	Größe 1		Größe 2		Größe 3		$g$
	$\gamma_1$		$\gamma_2$		$\gamma_3$		
b (010)	95,6	(197)	4,4	(9)	—	—	98,5
h (011)	50,5	(104)	49,0	(101)	0,5	(1)	83,3
m (110)	47,1	(97)	50,5	(104)	1,0	(2)	81,0
e (101)	29,1	(60)	24,3	(50)	3,9	(8)	46,6
c (001)	10,2	(21)	9,2	(19)	14,1	(29)	21,0
p (111)	—	—	11,7	(24)	16,5	(34)	13,3
p' (11 $\bar{1}$ )	—	—	1,4	(3)	18,0	(37)	6,9
k (130)	0,5	(1)	7,8	(16)	—	—	5,7
i (041)	1,9	(4)	4,4	(9)	—	—	4,8
e' (10 $\bar{1}$ )	—	—	0,5	(1)	12,1	(25)	4,3
u' (13 $\bar{2}$ )	—	—	—	—	7,3	(15)	2,4
l (490)	0,5	(1)	0,5	(1)	4,4	(9)	2,3
q (121)	—	—	0,5	(1)	—	—	0,3
j (140)	—	—	0,5	(1)	—	—	0,3

Wie aus der graphischen Darstellung der  $g$ -Werte hervorgeht, zeigen die 7 wichtigsten Formen eine parallele Rangordnung mit den Flächenhäufigkeitszahlen. Für die Werte mit  $g < 6$  ist diese Reihenfolge jedoch durch einige Umstellungen unterbrochen.

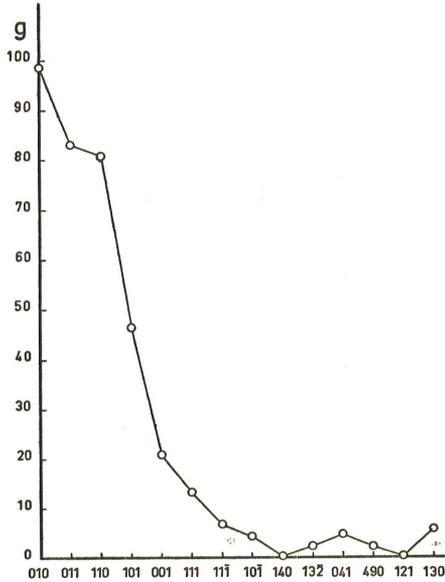


Abb. 13. Flächengrößen (g-Werte) von Phosphosiderit. Pleystein.

2. Strengit

Strengit ist nach *Kokkoros* rhombisch-dipyramidal,  $D_{2h}^{15}$ -Pcab (20). Die Gitterkonstanten (in metrischen Angström-Einheiten) sind:

$$a_0 = 10,08 \quad b_0 = 9,87 \quad c_0 = 8,67$$

$$a_0 : b_0 : c_0 = 1,0213 : 1 : 0,8784$$

$$p_0 : q_0 : r_0 = 0,8603 : 0,8784 : 1$$

$$q_1 : r_1 : p_1 = 1,0213 : 1,1626 : 1$$

$$r_2 : p_2 : q_2 = 1,1384 : 0,9794 : 1$$

Tabelle 15. Winkelwerte für Strengit.

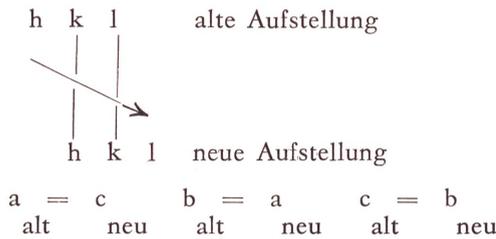
Form	$\Phi$	$q = C$	$\Phi_1$	$q_1 = A$	$\Phi_2$	$q_2 = B$
c	001	.....	0°00'	90°00'	90°00'	90°00'
b	010	0°00'	90 00	90 00	.....	0 00
a	100	90 00	90 00	.....	0 00	90 00
l	120	26 05 1/2	90 00	90 00	63 54 1/2	26 05 1/2
m	110	44 24	90 00	90 00	45 36	44 24
e	101	90 00	40 42	0 00	49 18	90 00
f	201	90 00	59 55	0 00	30 05	90 00
g	012	0 00	23 42 1/2	23 42 1/2	90 00	66 17 1/2
h	011	0 00	41 17 1/2	41 18	90 00	48 42 1/2
t	112	44 24	31 35	23 42 1/2	68 30	68 01 1/2
s	223	44 24	39 20	30 21	63 43	60 10
p	111	44 24	50 52	41 18	57 08	49 17 1/2
q	121	26 05 1/2	62 55	60 27	66 56 1/2	36 54 1/2
r	211	62 57	62 38	41 18	37 44	66 10 1/2

Selten oder zweifelhaft sind die Flächen (023), (058), (3.10.4), (12.10.15) und (304). Die früher ebenfalls nur selten beobachteten Flächen (021) und (223) konnten recht häufig an mehreren Kristallen des neuen Aufschlusses (1960) festgestellt werden. Desgleichen tritt als neue Form hier erstmals die Fläche (112) auf.

Das morphologische Achsenverhältnis

$$a : b : c = 1,0222 : 1 : 0,8801$$

steht in guter Übereinstimmung mit den röntgenographisch gemessenen Werten. Die in älteren Arbeiten (14) (15) (21) für Strengit gewählte Aufstellung hat ein Achsenverhältnis von  $a : b : c = 0,866 : 1 : 0,977$  zur Grundlage. Um eine Vergleichsbasis für die monoklinen und rhombischen Glieder der Al- und Fe-Phosphate und Arsenate vom Typ  $Me[xO_4] \cdot 2H_2O$  zu schaffen, erwies sich nach *Strunz* und *Sztróky* (1939) eine Änderung der Aufstellungen der Elementarzellen von Strengit, Variscit und Metavariscit als notwendig (31). Die Transformation der (hkl) für Strengit erfolgt dabei nach folgendem Schema:



Da bisher in den verschiedenen Veröffentlichungen vielfach für die Glieder der Klinovariscit- und Variscit-Reihe unterschiedliche Flächenbezeichnungen gebräuchlich waren, erschien es zweckmäßig, hier eine einheitliche systematische Symbolik anzuwenden. Die Reihenfolge für die Wahl der Flächensymbole ist aus folgendem Schema zu ersehen.

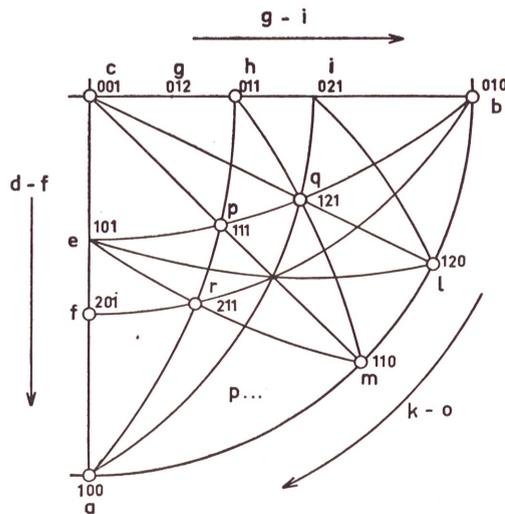


Abb. 14. Schema zur Wahl der Flächenbezeichnungen (Beispiel Strengit).

Sowohl für Phosphosiderit als auch für Strengit sind nach diesem Schema die einzelnen Flächen neu bezeichnet worden. Die von *Laubmann* und *Steinmetz* für Strengit in der alten Aufstellung angegebenen Formen erhalten somit nach der Transformation und Neubezeichnung folgende Symbole:

$a(100)_{\text{alt}} = c(001)_{\text{neu}}$	$c(001)_{\text{alt}} = b(010)$
$n(120) = f(201)$	$q(011) = m(110)$
$k(012) = l(120)$	$r(101) = h(011)$
$s(201) = g(012)$	$t(102) = i(021)$
$o(111) = p(111)$	$p(121) = r(211)$
$i(112) = q(121)$	$x(4.3.10) = (3.10.4)$

Die zur Klinovariscit-Reihe und Variscit-Reihe zusammengefaßten Glieder der oben erwähnten Phosphate zeigen nach den entsprechenden Transformationen eine gute Übereinstimmung in Bezug auf ihre Gitterdimensionen:

		$a_0 : b_0 : c_0$	
Klinovariscit	$\text{Al}^{\cdots}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,545 : 1 : 0,894	monoklin
Phosphosiderit	$\text{Fe}^{\cdots}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,541 : 1 : 0,894	monoklin
Variscit	$\text{Al}^{\cdots}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,031 : 1 : 0,890	rhombisch
Strengit	$\text{Fe}^{\cdots}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,021 : 1 : 0,878	rhombisch
Mansfieldit <sup>1</sup>	$\text{Al}^{\cdots}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,046 : 1 : 0,903	rhombisch
Skorodit	$\text{Fe}^{\cdots}[\text{AsO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	1,028 : 1 : 0,890	rhombisch

Hierbei ist zwischen den isomorphen Verbindungen Variscit und Strengit, wie bereits erwähnt, die Möglichkeit zur lückenlosen Mischkristallbildung gegeben. Ein dem Phosphosiderit entsprechender „Klinoskorodit“ war bisher nicht mit Sicherheit nachweisbar. — Durch die Transformation des Strengitachsenkreuzes erhalten die Spaltflächen von Phosphosiderit und Strengit gleiche Indizes. Bei beiden ist die Spaltbarkeit nach  $b(010)$  vollkommen und nach  $c(001)$  unvollkommen bis deutlich.

Wie ein Vergleich der Gitterkonstanten von

	$a_0$	$b_0$	$c_0$
Phosphosiderit	5,29	9,77	8,73 und
Strengit	10,08	9,87	8,67

zeigt, sind  $b_0$  und  $c_0$  für beide Mineralien praktisch gleich, während  $a_0$  von Strengit etwa doppelt so groß ist wie  $a_0$  von Phosphosiderit. Das Volumen der Elementarzellen beträgt für Phosphosiderit 451,20 metr. Å<sup>3</sup>, für Strengit 862,58 metr. Å<sup>3</sup>. Die Größen beider Zellen verhalten sich wie 1:1,91. Nach *Strunz* und *Sztróky* (31) ist das nahezu doppelte Volumen der Strengitzelle auf eine „innere Zwillingsbildung“ zweier Phosphosideritzellen zurückzuführen. „Zwillingsenebene“ ist hierbei die Fläche  $a(100)$  am Phosphosiderit. Über die Art der „inneren Zwillingsbildung“ läßt sich jedoch noch keine genaue Aussage machen. Da zwei Phosphosideritzellen ein größeres Volumen einnehmen als eine Elementarzelle des Strengit, muß Strengit von beiden Mineralien die

<sup>1</sup> Nach *Kleber* und *Weiner* (17).

dichtere Ionenpackung aufweisen. Diese Annahme findet durch die unterschiedliche Dichte beider Phosphate eine gute Bestätigung:

Phosphosiderit  $D = 2,75$   
 Strengit  $D = 2,86$ .

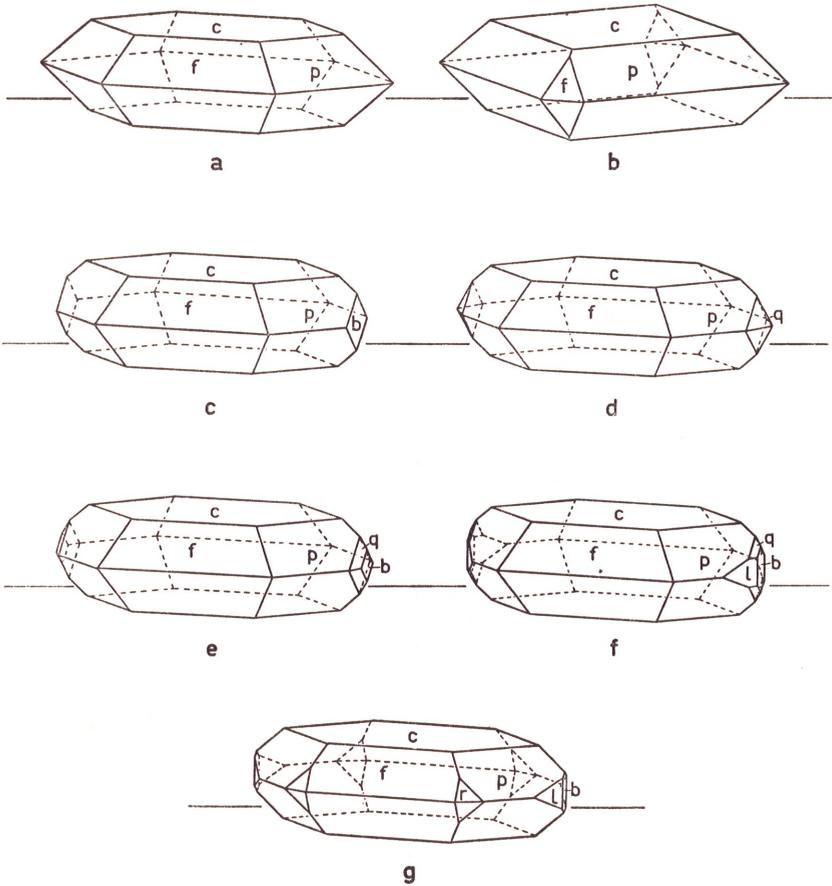


Abb. 15 a—g Strengit von Pleystein.  
 (Tafelige Ausbildung)

Abb. 15 a)—p) zeigt die wichtigsten und häufigsten am Strengit von Pleystein auftretenden Flächenkombinationen mit den Formen

a)	p (111)	f (201)	c (001)			
b)	p (111)	f (201)	c (001)			
c)	p (111)	f (201)	c (001)	b (010)		
d)	p (111)	f (201)	c (001)	q (121)		
e)	p (111)	f (201)	c (001)	b (010)	q (121)	
f)	p (111)	f (201)	c (001)	l (120)	b (010)	q (121)
g)	p (111)	f (201)	c (001)	l (120)	b (010)	r (211)

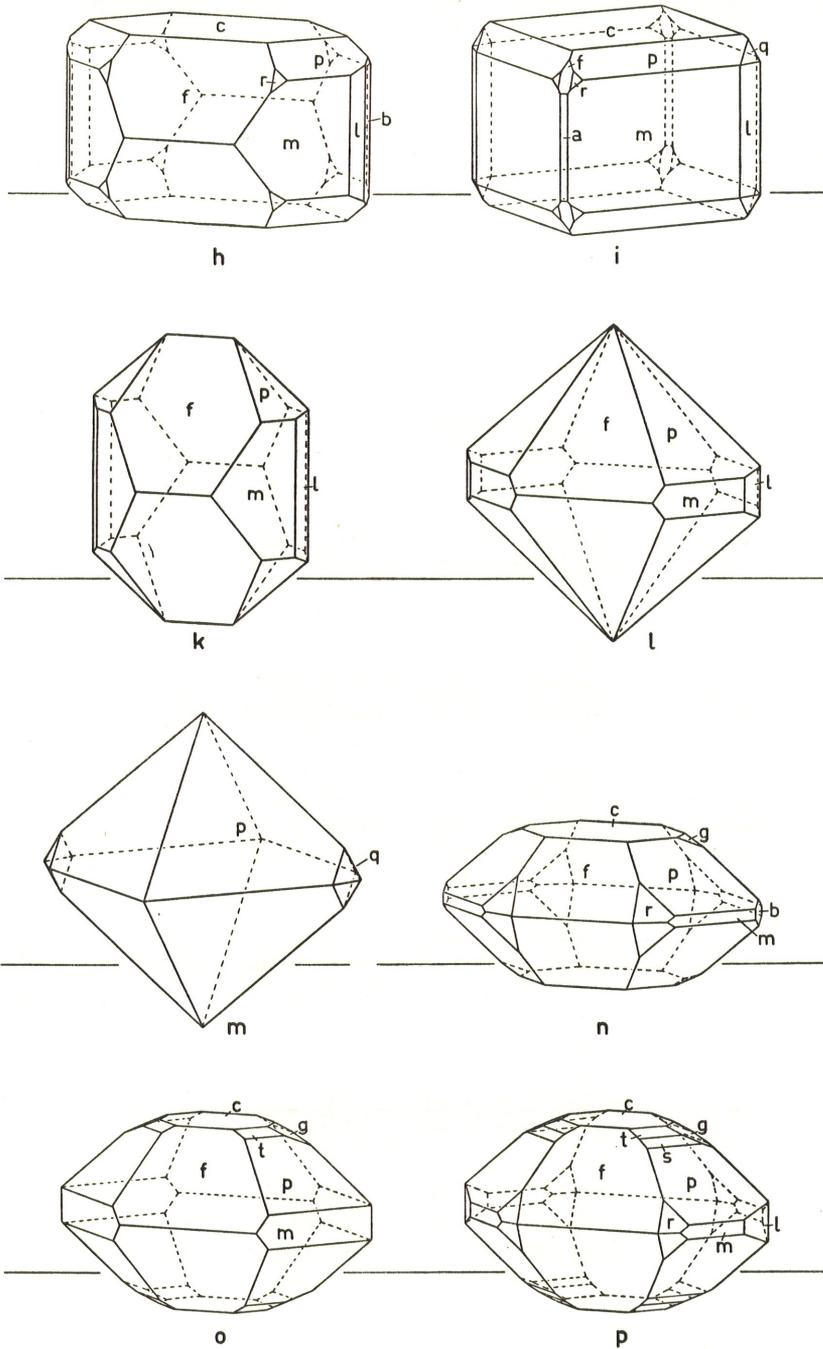


Abb. 15 h—p Strengit von Pleystein.  
(Isometrische Ausbildung)

h)	p (111)	f (201)	c (001)	l (120)	m (110)	b (010)	r (211)		
i)	p (111)	f (201)	c (001)	l (120)	m (110)	r (211)	q (121)	a (100)	
k)	p (111)	f (201)	l (120)	m (110)					
l)	p (111)	f (201)	l (120)	m (110)					
m)	p (111)	q (121)							
n)	p (111)	f (201)	c (001)	m (110)	b (010)	r (211)	g (012)		
o)	p (111)	f (201)	c (001)	m (110)	t (112)	g (012)			
p)	p (111)	f (201)	c (001)	l (120)	m (110)	r (211)	t (112)	g (012)	s (223).

Es lassen sich hierbei 2 verschiedene Trachttypen unterscheiden, zwischen denen jedoch alle Übergänge möglich sind. Die Kristalle der Abb. a)–g) sind ausgesprochen tafelig nach c(001), während in den Abb. h)–p) Individuen mit isometrischer Ausbildung dargestellt wurden. In beiden Fällen zeigen die Kristalle eine mehr oder weniger starke Streckung nach der b-Achse. Die Farbe der Kristallindividuen ist unabhängig von der jeweiligen Trachtausbildung und variiert zwischen farblos, rosa und violettblau, wobei jedoch die intensive blaue Färbung ausschließlich den größeren Kristallobjekten vorbehalten bleibt.

Nach *Laubmann* und *Steinmetz* treten diese beiden Trachttypen jeweils unter verschiedenen paragenetischen Verhältnissen auf.

1. Die flächenarme Ausbildung vom Skorodit-Typus (Abb. a) findet sich an den Kristallen, die direkt auf Quarz aufsitzen oder nur durch eine dünne Schicht Rockbrigkeit von diesem getrennt sind.

2. Kristalle mit isometrischer Entwicklung sind dagegen auf größeren Mengen Rockbrigkeit oder lockeren bräunlichen Phosphatmineralien aufgewachsen.

Wenn auch an den Mineralstufen aus neueren Funden die einfache Kombination pfc ebenfalls vorwiegend auf Quarz auftritt, so kann die Einteilung von *Laubmann* und *Steinmetz* nach eigenen Beobachtungen generell nicht bestätigt werden, da beide Kristalltypen sowohl auf Quarz als auch auf Rockbrigkeit in beachtlicher Vielzahl vorgefunden wurden.

Die Kombinationen a), h), k), m), n) wurden bereits von *Laubmann* und *Steinmetz* beschrieben. Sie sind hier noch einmal in der transformierten Aufstellung nach *Strunz* und *Sztrókay* gezeichnet worden. Sehr selten ist die 2-Flächenkombination pq (Abb. m), deren Auftreten bisher nur einmal (21) erwähnt wurde. Ein Teil dieser älteren Formenkombinationen konnte ebenfalls an jüngeren Phosphatfunden nachgewiesen werden. So ist z. B. die in Abb. a) dargestellte Tracht an einer großen Zahl der dem bereits erwähnten Aufschluß aus dem Jahre 1951 (Fundpunkt 2) entstammenden Kristalle vertreten. Desgleichen finden sich am Material dieses Vorkommens die Kombinationen c), d), e), f), g). Die Kristalle sind tafelig nach c(001) und zeigen neben den trachtpersistenten Flächen p(111), f(201), c(001) die Formen b(010), l(120), q(121) und r(211).

In großer Anzahl können die eben erwähnten planaren Trachten auch an Strengitkristallen vom Felssturz 1960 (Fundpunkt 3) beobachtet werden. Daneben treten jedoch ebenso recht häufig Kristalle mit isometrischer Ausbildung auf. Zum Unterschied zu den tafeligen Kristalltypen ist hier die c-Fläche meist nur von geringerer Größenentwicklung, mitunter kann sie sogar vollständig fehlen. Außer den bereits genannten Formen sind an diesen Kristallen die früher als selten bezeichneten Flächen g(021), s(223) und die bisher am Strengit unbekannt Form t(112) enthalten. (Abb. o) und p)). Ebenfalls selten ist die Fläche a(100), die am Strengit vom Felssturz nur an einer Kombination vertreten war

(Abb. i). In dieser Kombination sind die Flächen  $c(001)$  und  $m(110)$  verhältnismäßig groß ausgebildet, wodurch  $f(201)$  nur sehr untergeordnet in Erscheinung tritt und der gesamte Kristall ein pseudotetragonales Aussehen erhält. Ebenfalls einen pseudotetragonalen Habitus zeigen die in den Abb. b) und m) dargestellten Kristalle. Durch die verschiedene Entwicklung der einzelnen Flächen können bei gleichen Trachten die Kristallindividuen einen völlig unterschiedlichen Habitus aufweisen. Als Beispiele sind hierfür die Kristalle der Abb. a), b) und k), l) zu nennen.

Obwohl eine recht große Zahl von Einkristallen für die vorliegende Untersuchung zur Verfügung stand, war es bisher nicht möglich, eine Zwillingsbildung am Strengit von Pleystein nachzuweisen.

### Statistische Auswertungen

Zur morphologischen Statistik von Strengit sind wie beim Phosphosiderit die  $h$ -,  $t$ -,  $z$ -,  $p$ -,  $g$ -Werte und die Zonengewichte berücksichtigt worden. Die Gesamtzahl der statistisch erfaßten Kristalle betrug 1492. 41 Kristalle sind älterer Herkunft (Fundpunkt 1), während 206 Kristalle dem Fundpunkt 2 und 1245 Kristalle den Belegstücken vom Felssturz (Fundpunkt 3) entstammen. Noch bevor das umfangreiche Material vom Felssturz zur Verfügung stand, wurden zur Vervollständigung der statistischen Werte die Angaben über ältere Funde aus den Arbeiten von *Himmel* und *Schröder* 1935 (11 Kristalle) und *Kleber* und *Weiner* 1958 (26 Kristalle) nach entsprechender Transformation der Flächenindizes übernommen. (Die transformierte Aufstellung für Strengit ist bereits seit 1941 in den Handbüchern der Mineralogie gebräuchlich (5), (27)).

Tabelle 16. Flächenhäufigkeitszahlen ( $h$ -Werte) für Strengit.

	Fundpunkt 1	Fundpunkt 2	Fundpunkt 3	Gesamtbewertung
p (111)	100,0 % (41)	100,0 % (206)	100,0 % (1245)	100,0 % (1492)
f (201)	80,5 (33)	100,0 (206)	100,0 (1245)	99,5 (1484)
c (001)	68,3 (28)	100,0 (206)	97,9 (1219)	97,4 (1453)
l (120)	48,8 (20)	7,3 (15)	14,1 (175)	14,1 (210)
m (110)	70,7 (29)	—	12,7 (158)	12,5 (187)
b (010)	12,2 (5)	17,0 (35)	11,4 (142)	12,2 (182)
r (211)	17,1 (7)	1,5 (3)	12,6 (157)	11,2 (167)
t (112)	—	—	10,4 (130)	8,7 (130)
q (121)	19,5 (8)	7,8 (16)	6,1 (76)	6,7 (100)
g (012)	2,4 (1)	—	6,0 (75)	5,1 (76)
a (100)	19,5 (8)	—	0,0 <sub>8</sub> (1)	0,6 (9)
s (223)	—	—	0,6 (7)	0,5 (7)

Es wurde auch hier wieder eine getrennte Statistik nach den verschiedenen Fundpunkten und eine Gesamtbewertung durchgeführt. Die eingeklammerten Zahlenwerte entsprechen der absoluten Anzahl der Kristalle mit der jeweils vorliegenden Form. Als charakteristische Leitformen für Strengit von Pleystein sind zu nennen die Formen  $p(111)$ ,  $f(201)$ ,  $c(001)$ , deren  $h$ -Werte alle nahe 100% liegen.

Die Tabelle 17 zeigt in der bereits bekannten Aufteilung die Häufigkeitswerte

der Trachten am Strengit. Darauf folgt in der Tabelle 18 eine Zusammenstellung der Trachtenhäufigkeiten, die entsprechend ihrer Wichtigkeit nach abnehmenden Werten geordnet sind.

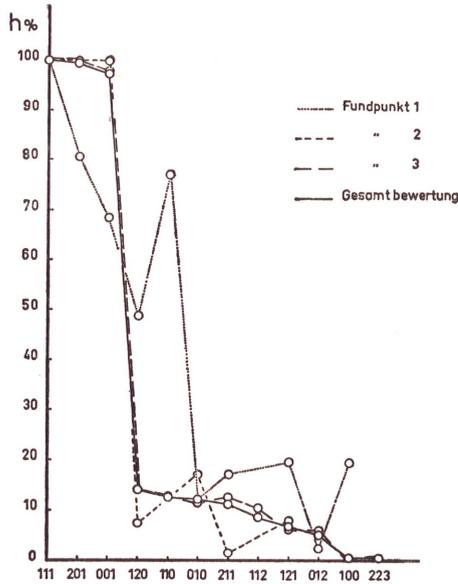


Abb. 16. Flächenhäufigkeitswerte  $h$  (in %) von Strengit. Pleystein.

Tabelle 17. Häufigkeitswerte der Trachten ( $t$ -Werte) für Strengit.

*Fundpunkt 1.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 41)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	$t$ %
2	pb	5		12,2
3	pfc	3		7,3
	pcq	1		2,4
	plm	1		2,4
4	pfcb	1		2,4
	pfcl	1		2,4
	pfcm	10		24,4
	pfcr	1		2,4
	pflm	6		14,6
5	plmrq	1		2,4
6	pfclma	1		2,4
	pflmbq	1		2,4
	pflmrq	1		2,4
	pflmqa	1		2,4
	pflmra	2		4,9
7	pfclmbr	2		4,9
	pfclmqa	2		4,9
9	pfclmrqga	1		2,4
	18 Kombinationen			

*Fundpunkt 2.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 206)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	t %
3	pfc	158		76,7
4	pfc <sub>b</sub>	17		8,3
	pfc <sub>q</sub>	13		6,3
5	pfc <sub>lb</sub>	12		5,8
	pfc <sub>br</sub>	1		0,5
	pfc <sub>bq</sub>	2		1,0
6	pfc <sub>lbq</sub>	1		0,5
	pfc <sub>lbr</sub>	2		1,0
8 Kombinationen				

*Fundpunkt 3.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 1245)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	t %
3	pfc	937		75,3
4	pfcl	2		0,2
	pfc <sub>m</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfc <sub>b</sub>	13		1,0
	pfc <sub>r</sub>	52		4,2
	pfc <sub>q</sub>	40		3,2
	pfil <sub>m</sub>	3		0,2 <sub>4</sub>
5	pfcl <sub>m</sub>	3		0,2 <sub>4</sub>
	pfcl <sub>r</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfcl <sub>g</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfc <sub>m</sub> <sub>q</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfc <sub>br</sub>	8		0,6
	pfc <sub>bq</sub>	13		1,0
	pfil <sub>mb</sub>	5		0,4
	pfil <sub>mr</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfil <sub>mt</sub>	3		0,2 <sub>4</sub>
6	pfcl <sub>mb</sub>	7		0,5 <sub>8</sub>
	pfcl <sub>mr</sub>	2		0,2
	pfcl <sub>mt</sub>	10		0,8
	pfcl <sub>mg</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfcl <sub>bq</sub>	4		0,3
	pfcl <sub>r</sub> <sub>q</sub>	2		0,2
	pfcl <sub>t</sub> <sub>g</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfc <sub>mt</sub> <sub>g</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfc <sub>br</sub> <sub>q</sub>	4		0,3
	pfil <sub>br</sub>	1		0,0 <sub>8</sub>
	pfil <sub>mb</sub> <sub>t</sub>	3		0,2 <sub>4</sub>
	pfil <sub>mt</sub>	4		0,3
7	pfcl <sub>m</sub> <sub>br</sub>	2		0,2
	pfcl <sub>m</sub> <sub>bt</sub>	8		0,6
	pfcl <sub>m</sub> <sub>rt</sub>	8		0,6
	pfcl <sub>mt</sub> <sub>g</sub>	11		0,9
	pfcl <sub>br</sub> <sub>q</sub>	10		0,8

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	t %	
8	pfclbtg	1		0,0 <sub>8</sub>	
	pfclmts	1		0,0 <sub>8</sub>	
	pflmbrt	3		0,2 <sub>4</sub>	
	pflmrtg	2		0,2	
	pfclmbrt	13		1,0	
	pfclmbrq	2		0,2	
	pfclmbtg	17		1,4	
	pfclmrqa	1		0,0 <sub>8</sub>	
	pfclmrtg	11		0,9	
	pfclmrts	1		0,0 <sub>8</sub>	
	pfcmbrtg	1		0,0 <sub>8</sub>	
	pflmbrtg	1		0,0 <sub>8</sub>	
	9	pfclmbrtg	23		1,9
		pfclmbrts	1		0,0 <sub>8</sub>
pfclmrtgs		3		0,2 <sub>4</sub>	
10	pfclmbrtgs	1		0,0 <sub>8</sub>	
49 Kombinationen					

*Gesamtbewertung.* (Summe der berücksichtigten Kristalle = 1492)

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	t %	
2	pb	5		0,3	
3	pfc	1098		73,6	
	pcq	1		0,0 <sub>7</sub>	
	plm	1		0,0 <sub>7</sub>	
4	pfcl	3		0,2	
	pfcm	11		0,7	
	pfcb	31		2,1	
	pfcr	53		3,6	
	pfcq	53		3,6	
	pflm	9		0,6	
	5	pfclm	3		0,2
		pfclb	12		0,8
pfclr		1		0,0 <sub>7</sub>	
pfclg		1		0,0 <sub>7</sub>	
pfcmq		1		0,0 <sub>7</sub>	
pfibr		9		0,6	
pfcbq		15		1,0	
pflmb		5		0,3	
pflmr		1		0,0 <sub>7</sub>	
pflmt		3		0,2	
6	plmrq	1		0,0 <sub>7</sub>	
	pfclmb	7		0,5	
	pfclmr	2		0,1	
	pfclmt	10		0,6 <sub>7</sub>	
	pfclmg	1		0,0 <sub>7</sub>	
	pfclma	1		0,0 <sub>7</sub>	
	pfclbr	2		0,1	

Zahl der Formen	Kombination	beobachtete Anzahl	=	t ‰
	pfclbq	5		0,3
	pfclrq	2		0,1
	pfcltg	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfcmgt	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfcbqr	4		0,2 <sub>6</sub>
	pflmbr	1		0,0 <sub>7</sub>
	pflmbq	1		0,0 <sub>7</sub>
	pflmbt	3		0,2
	pflmrq	1		0,0 <sub>7</sub>
	pflmrt	4		0,2 <sub>6</sub>
	pflmra	2		0,1
	pflmqa	1		0,0 <sub>7</sub>
7	pfclmbr	4		0,2 <sub>6</sub>
	pfclmbt	8		0,5
	pfclmrt	8		0,5
	pfclmtg	11		0,7
	pfclmqa	2		0,1
	pfclbrq	10		0,6 <sub>7</sub>
	pfclbtg	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfclmts	1		0,0 <sub>7</sub>
	pflmbrt	3		0,2
	pflmrtg	2		0,1
8	pfclmbrt	13		0,9
	pfclmbrq	2		0,1
	pfclmbtg	17		1,1
	pfclmrqa	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfclmrtg	11		0,7
	pfclmrts	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfcmbrtg	1		0,0 <sub>7</sub>
	pflmbrtg	1		0,0 <sub>7</sub>
9	pfclmbrtg	23		1,5
	pfclmbrts	1		0,0 <sub>7</sub>
	pfclmrtgs	3		0,2
	pfclmrqga	1		0,0 <sub>7</sub>
10	pfclmbrtgs	1		0,0 <sub>7</sub>
62 Kombinationen				

Tabelle 18.

<i>Fundpunkt 1</i>	<i>Fundpunkt 2</i>	<i>Fundpunkt 3</i>	<i>Gesamtbewertung</i>
24,4 ‰ pfc 14,6 pflm	76,7 ‰ pfc 8,3 pfcb	75,3 ‰ pfc 4,2 pfc	73,6 ‰ pfc 3,6 pfc pfcq
12,2 pb 7,3 pfc 4,9 pflmra pflmbr	6,3 pfcq 5,8 pfclb 1,0 pfcbq pflbr	3,2 pfcq 1,9 pflmbrtg 1,4 pflmbrtg 1,0 pfc	2,1 pfc 1,5 pflmbrtg 1,1 pflmbrtg

<i>Fundpunkt 1</i>		<i>Fundpunkt 2</i>		<i>Fundpunkt 3</i>		<i>Gesamtbewertung</i>
2,4	pfclmqa	0,5	pfcbr			1,0 pfcbrq
	pcq		pfclbq			0,9 pfclmbrt
	plm			0,9	pfclmtg	
	pfcb				pfclmrtg	0,8 pfclb
	pfcl					0,7 pfcbr
	pfcr			0,8	pfclmt	pfclmtg
	plmrq				pfclbrq	pfclmrtg
	pfclma			0,6	pfcbr	
	pfclmbq				pfclmbt	0,6,7 pfclmt
	pfclmrq				pfclmrt	pfclbrq
	pfclmqa					0,6 pfclm
	pfclmrqga			0,5 <sub>6</sub>	pfclmb	pfclm
				0,4	pfclmb	pfclm
						0,5 pfclmb
				0,3	pfclbq	pfclmbt
					pfclbrq	pfclmrt
					pfclmrt	
				0,2 <sub>4</sub>	pfclm	0,3 pb
					pfclm	pfclmb
					pfclmt	pfclbq
					pfclmbt	
					pfclmbrt	0,2 <sub>6</sub> pfclbrq
					pfclmrtgs	pfclmrt
				0,2	pfcl	pfclmbr
					pfclmr	pfcl
					pfclrq	pfclm
					pfclmbr	pfclmt
					pfclmrtg	pfclmbt
					pfclmbrq	pfclmbrt
				0,0 <sub>8</sub>	pfclmbrq	pfclmrtgs
					pfclm	pfclmrtgs
					pfclr	pfclmr
					pfclmq	pfclbr
					pfclg	pfclrq
					pfclmr	pfclmra
					pfclmg	pfclmqa
					pfcltg	pfclmrtg
					pfclmtg	pfclmbrq
					pfclmbr	0,0 <sub>7</sub> pcq
					pfclbtg	plm
					pfclmts	pfclr
					pfclmrqa	pfclmq
					pfclmrts	pfclg
					pfclmbrtg	pfclmr
					pfclmbrtg	plmrq
					pfclmbrts	pfclmg
					pfclmbrtg	pfclma
					pfclmbrtg	pfcltg
					pfclmbrtg	pfclmtg
					pfclmbrtg	pfclmbr
					pfclmbrtg	pfclmbq

## Gesamtbewertung

pflmrq  
 pflmqa  
 pfcibtg  
 pfcimts  
 pfcimrqa  
 pfcimrts  
 pfcimbrtg  
 pflmbrtg  
 pfcimbrts  
 pfcimrqa  
 pfcimbrtgs

Insgesamt sind für Strengit von Pleystein an 1492 Kristallen 62 verschiedene Kombinationen festgestellt worden, von denen aber nur der 3-Flächenkombination pfc mit  $t = 73,6\%$  eine größere Bedeutung zukommt. Es folgen als nächsthäufige Trachten in großem Abstand pfcr und pfcq mit  $t = 3,6\%$  und pfcB mit  $t = 2,1\%$ . Alle anderen Kombinationen weisen jeweils Werte unterhalb  $2\%$  auf.

Strengit von Pleystein enthält in der flächenreichsten Kombination 10 Formen. In der folgenden Zusammenstellung der z-Werte ist die prozentuale Trachthäufigkeit unter Berücksichtigung der jeweils vorhandenen Flächenanzahl wiedergegeben.

Tabelle 19. Häufigkeit der Flächenkombinationen mit 1 . . . n Formen (z-Werte).

Zahl der komb. Formen	Fundpunkt 1 41 = 100 %		Fundpunkt 2 206 = 100 %		Fundpunkt 3 1245 = 100 %		Gesamtbewertung 1492 = 100 %	
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	12,2 %	(5)	—	—	—	—	3,4 %	(5)
3	12,2	(5)	76,7 %	(158)	75,3 %	(937)	73,7	(1100)
4	46,3	(19)	14,6	(30)	8,9	(111)	10,7	(160)
5	2,4	(1)	7,3	(15)	2,9	(36)	3,5	(52)
6	15,0	(6)	1,5	(3)	3,2	(40)	3,3	(49)
7	9,7	(4)	—	—	3,7	(46)	3,4	(50)
8	—	—	—	—	3,8	(47)	3,2	(47)
9	2,4	(1)	—	—	2,2	(27)	1,9	(28)
10	—	—	—	—	0,8	(1)	0,7	(1)

Aus den Darstellungen der z-Werte ist zu ersehen, daß die Kombinationen mit geringer Flächenzahl bei allen Fundpunkten überwiegen. An älteren Kristallfunden (Fundpunkt 1) sind vorzugsweise Trachten mit 4 Flächen vertreten, während die Kristallindividuen aus den jüngeren Aufschlüssen bevorzugt 3 Formen in den Kombinationen enthalten.

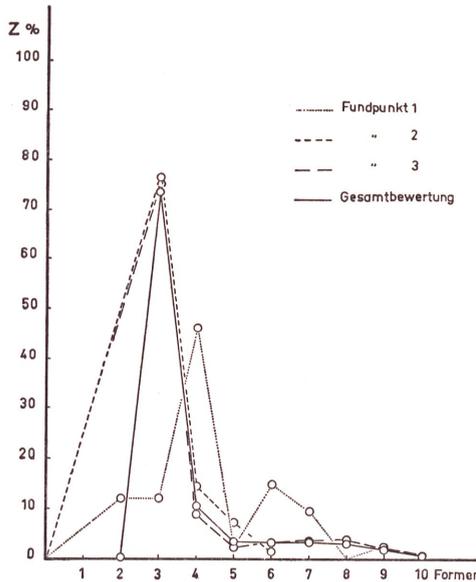


Abb. 17. z-Werte (in %) von Strengit. Pleystein.

Tabelle 20. Trachtpersistenz p für Strengit.  
Summe der Kombinationen 62 = 100%

Form	p %	Form	p %
p (111)	100,0 (62)	r (211)	48,4 (30)
f (201)	95,2 (59)	t (112)	37,1 (23)
c (001)	72,5 (45)	q (121)	25,8 (16)
l (120)	79,0 (49)	g (012)	24,2 (15)
m (110)	69,4 (43)	a (100)	9,7 (6)
b (010)	41,9 (26)	s (223)	8,1 (5)

Für die Trachtpersistenzen sowie für die nachfolgenden Statistiken ist jeweils nur eine Gesamtbewertung durchgeführt worden. — Nur eine Form, die Fläche p(111), ist mit einem p-Wert von 100% absolut trachtpersistent, d. h. sie war an allen beobachteten Kristallen vorhanden. Als weitere trachtbildende Formen sind ferner zu nennen f(201), l(120), c(001) und m(110). Die Kurve der Trachtpersistenzen von Strengit (Abb. 18) weist nahezu die gleiche Rangordnung der Formen auf, wie sie auch in der Darstellung der h-Werte zu erkennen ist. Lediglich c(001) und b(010) treten aus der kontinuierlichen Reihenfolge heraus.

Nach der graphischen Darstellung lassen sich auch hier wieder die einzelnen Formen in 5 Gruppen zusammenfassen:

1. Charakteristische Leitformen  
mit p(111) f(201)
2. Nebenleitformen  
mit c(001) l(120) m(110)
3. Spezialformen  
mit b(010) r(211) t(112)

4. Ergänzungsformen  
mit q(121) g(012)
5. Individuelle Formen  
mit a(100) s(223).

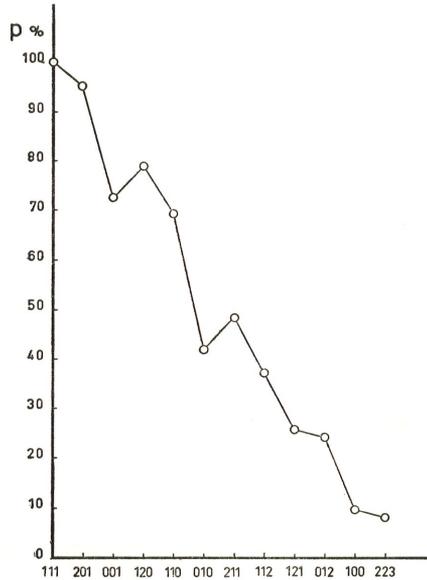


Abb. 18. Trachtpersistenz p (in %) von Strengit. Pleystein.

Eine Unterteilung der Formen in 5 Wichtigkeitsgruppen ist generell auch auf Grund der h-Werte möglich, doch zeigt sich gerade am Beispiel von Strengit, daß bei den Trachtpersistenzen diese Aufteilung wesentlich leichter zu erkennen ist als in der Darstellung der Flächenhäufigkeitszahlen.

Aus der Summe der Trachtpersistenzen der in einer Zone liegenden Formen leiten sich die jeweiligen Zonengewichte ab, die in der folgenden Tabelle nach fallender Wichtigkeit angeordnet sind.

Tabelle 21. Zonengewichte für Strengit.

Zone	Formen und Formenhäufigkeit in der Zone	Zonengewicht
[110]	(110) 2 (111) 4 (223) 4 (112) 4 (001) 2	832,2
[001]	(010) 2 (120) 4 (110) 4 (100) 2	696,8
[011]	(100) 2 (211) 4 (111) 4	613,0
[101]	(010) 2 (121) 4 (111) 4	587,0
[010]	(100) 2 (201) 4 (001) 2	545,2
[102]	(010) 2 (211) 4 (201) 2	467,8
[210]	(120) 2 (121) 4 (001) 2	406,2
[111]	(110) 2 (211) 2 (112) 2 (121) 2	361,4
[100]	(010) 2 (012) 4 (001) 2	325,6
[212]	(120) 2 (223) 2	174,2
[012]	(100) 2 (121) 4	122,6

Das größte Zonengewicht erhält diesmal die Zone  $[110]$ .  $[110]$  und  $[001]$  sind mit 16 bzw. 12 Flächen die flächenreichsten Zonen am Strengit. (Für Phosphosiderit = 18 Flächen). Die maximale Anzahl der unterschiedlichen Formen beträgt für Strengit 5, für Phosphosiderit 6. Zur Darstellung in der stereographischen Projektion teilen wir die Zonengewichte wieder in 5 Gruppen ein, die durch unterschiedliche Linienausbildung gekennzeichnet sind.

V.	0—200	2 Zonen
IV.	200—400	2 Zonen
III.	400—600	4 Zonen
II.	600—800	2 Zonen
I.	> 800	1 Zone

Als Abschluß der morphologischen Betrachtungen sei auch für Strengit eine Flächengrößenstatistik durchgeführt. Aus der qualitativen Einteilung nach vorherrschenden, mittleren und untergeordneten Flächen berechnen wir die diesen 3 Gruppen entsprechenden  $\gamma$ -Werte, welche unter Berücksichtigung der Gruppen Gewichte (siehe Seite 36) die Flächengrößen ( $g$ -Werte) einer jeden Form ergeben.

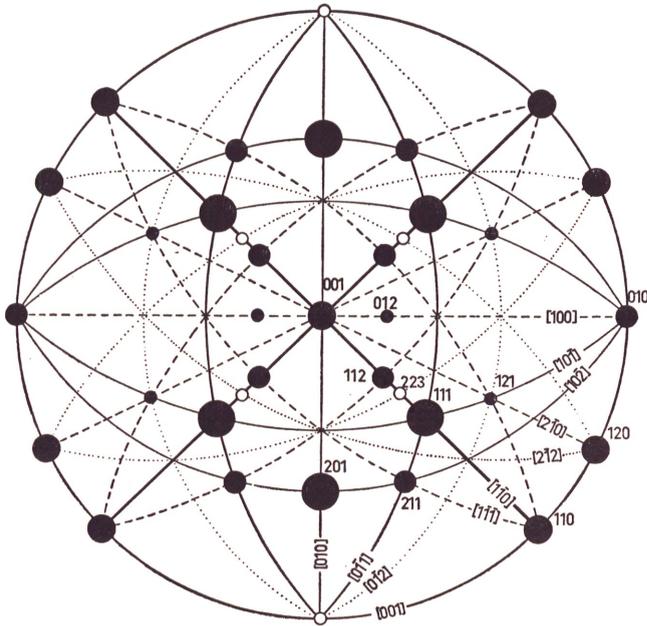


Abb. 19. Stereographische Projektion von Strengit.

Tabelle 22. Flächengrößen (g-Werte) für Strengit.  
(Summe der berücksichtigten Kristalle = 1451)

Form	Größe 1		Größe 2		Größe 3		g
	$\gamma_1$		$\gamma_2$		$\gamma_3$		
p (111)	99,0	(1436)	1,0	(15)	—	—	99,7
f (201)	96,8	(1405)	3,2	(46)	—	—	98,9
c (001)	89,2	(1294)	2,0	(29)	7,0	(102)	92,8
l (120)	0,2	(3)	8,3	(120)	4,6	(67)	7,2
m (110)	0,6	(8)	9,0	(130)	1,4	(20)	7,1
b (010)	0,3	(4)	3,9	(57)	7,9	(116)	5,5
r (211)	—	—	0,3	(5)	10,7	(155)	3,8
t (112)	—	—	0,5	(7)	8,5	(123)	3,1
q (121)	—	—	0,6	(9)	5,7	(83)	2,3
g (012)	—	—	0,1	(2)	5,0	(73)	1,8
s (223)	—	—	—	—	0,5	(7)	0,2
a (100)	—	—	—	—	0,0 <sub>7</sub>	(1)	0,0 <sub>2</sub>

Zur Berechnung der g-Werte von Strengit wurden ausschließlich die eigenen Untersuchungen (1451 Kristalle) berücksichtigt, da die der Literatur entnommenen statistischen Angaben z. T. keine Beurteilung der Flächengrößen enthielten.

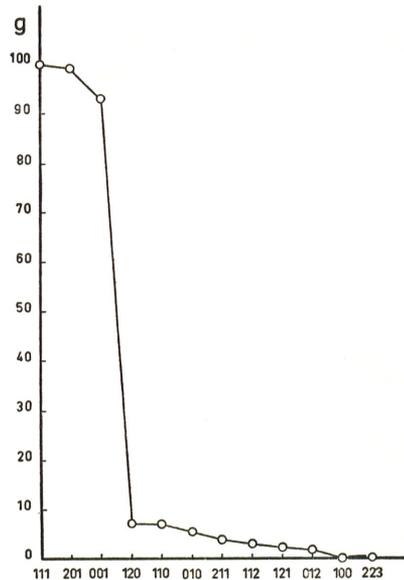


Abb. 20. Flächengrößen (g-Werte) von Strengit. Pleystein.

Im Anschluß an die statistischen Auswertungen soll nunmehr auf Grund der gewonnenen Ergebnisse eine Bestimmung der Raumgruppen nach den morphologischen Aspekten vorgenommen werden. Durch den morphologischen Aspekt wird die Korrespondenz zwischen innerer Struktur eines Kristalles und seiner

Morphologie zum Ausdruck gebracht. Diese von *Donnay* und *Harker* (6) postulierte Gesetzmäßigkeit der kristallinen Morphologie stellt eine Verallgemeinerung des Gesetzes von *Bravais* dar, das selbst nur auf die Translationsgruppen der Gitter bezogen ist.

Nach *Donnay* und *Harker* lassen sich insgesamt 97 morphologische Aspekte unterscheiden. Sie sind durch Translationsgruppen und zusätzlich Schraubachsen und Gleitspiegelebenen definiert und entsprechen der Kombination allgemeiner Auslöschungsbedingungen. Die Reihenfolge der Wichtigkeit der Formen eines kristallinen Raumes wird aus der statistisch ermittelten relativen Flächenhäufigkeit oder der Flächengröße entnommen. Nach dem *Bravais*schen Gesetz sind Flächen morphologisch umso wichtiger, je dichter die entsprechenden Netzebenen mit Atomen oder Ionen besetzt sind. Für die Wahl des morphologischen Aspektes ist insbesondere die Flächenfolge in den Axialzonen [100], [010], [001] und in den Zentralzonen [110], [101], [011] von Bedeutung. Es ist jedoch notwendig festzustellen, daß die Entwicklung der Kristallformen (Tracht und Habitus) nicht nur vom Gitterbau abhängig ist, sondern weitgehend von den physikalisch-chemischen Bedingungen (Druck, Temperatur, Lösungsgenossen) des Wachstumsprozesses beeinflusst wird. Dementsprechend dürften Raumgruppenbestimmungen nach dem morphologischen Aspekt einer gewissen Unsicherheit nicht entbehren.

Die röntgenographisch anhand der Auslöschungsgesetze bestimmten Raumgruppen sind für Phosphosiderit nach *McConnel* (3) und *Strunz* und *Sztróky* (31)  $C_{2h}^2$ — $P_{21}/m$ , für Strengit nach *Kokkoros* (20)  $D_{2h}^{15}$ — $Pcab$ .

Eine Bestimmung des morphologischen Aspektes von Strengit ist bereits von *Kleber* und *Weiner* (17) durchgeführt worden. Die morphologisch-statistischen Untersuchungen hierfür wurden ebenfalls an Strengitkristallen vom Fundort Pleystein vorgenommen. Als morphologischer Aspekt ergab sich  $P^*ab$ . Der Unterschied zwischen Raumgruppensymbol und morphologischem Aspekt ist nach *Kleber* und *Weiner* auf den geringen Umfang der statistischen Untersuchungen zurückzuführen.

Diese Fehlermöglichkeit konnte in der vorliegenden Bearbeitung auf Grund des zahlreichen Untersuchungsmaterials ausgeschaltet werden. Am Strengit von Pleystein ist für die Zentralzonen und Achsenzonen die folgende Flächenverteilung zu beobachten:

Zentralzonen	[110]	5 Flächen	(110)(111)(223)(112)(001)
	[101]	3 Flächen	(010)(121)(111)
	[011]	3 Flächen	(100)(211)(111)
Achsenzonen	[100]	3 Flächen	(010)(012)(001)
	[010]	3 Flächen	(100)(201)(001)
	[001]	4 Flächen	(010)(120)(110)(100)

Demzufolge dürfte für Strengit die Aspektcharakteristik „ $P^*$ “ zutreffen.

Zur Ableitung des morphologischen Aspektes können sowohl die Flächenhäufigkeitswerte (h) als auch die Trachtpersistenzen (p) oder Flächengrößen (g) angeführt werden.

	h %	p %	g
(012) > (011)	5,1 : 0	24,2 : 0	1,8 : 0
(201) >> (101)	99,5 : 0	95,2 : 0	98,9 : 0
(120) > (110)	14,1 : 12,5	74,0 : 69,4	7,2 : 7,1

Wie aus dieser Zusammenstellung leicht zu ersehen ist, tritt in der Zone [100] die Fläche (012) mit einiger Wichtigkeit auf, während (011) hier völlig fehlt. Es ist somit eine Verschiebung nach der c-Achse — entsprechend einer Gleitspiegelebene c — zu beobachten. In der Zone [010] dominiert die Fläche (201) = Verschiebung nach a. (101) konnte dagegen ebenfalls nicht beobachtet werden, doch ist sowohl das Auftreten von (101) als auch von (011) am Strengit bekannt. Schließlich wird in der Zone [001] durch ein Überwiegen der Fläche (120) gegenüber (110) eine Gleitspiegelebene b angedeutet. Hier allerdings kann eine eindeutige Aussage nur auf Grund der h- und p-Werte gemacht werden, da die Flächengrößen der beiden Formen (120) und (110) nur einen geringen Unterschied zugunsten von (120) aufweisen. Insgesamt ergibt sich somit in Übereinstimmung mit der röntgenographisch ermittelten Raumgruppe der morphologische Aspekt von Strengit  $Pc_{2b}$ .

Am Phosphosiderit zeigen die Zentral- und Achsenzonen folgende Flächenbesetzung:

Zentralzonen	[110]	3 Flächen	(110)(111)(001)
	[101]	4 Flächen	(010)(121)(111)(101)
	[011]	2 Flächen	(111)(011)
Achsenzonen	[100]	4 Flächen	(010)(041)(011)(001)
	[010]	2 Flächen	(101)(001)
	[001]	5 Flächen	(010)(140)(130)(490)(110)

Auch hier liegt offensichtlich der einfache Gittertyp „P“ vor. Ferner bleibt durch die Beschränkung von  $hOl$  nur die Möglichkeit für die Aspekte Nr. 1 ( $P^*$ ) oder Nr. 2 ( $P2_1$ ) des monoklinen Systems (Tabelle 2 nach *Donnay* und *Harker*) offen. Beide Aspekte unterscheiden sich durch das Auftreten einer einfachen 2-zähligen Achse bzw. einer Schraubungsachse  $2_1$ .

Ganz allgemein wird durch die Existenz von Schraubenachsen die morphologische Bedeutung der senkrecht zur Achse liegenden Flächen vermindert. Dementsprechend müßte, da die röntgenographisch bestimmte Raumgruppe für Phosphosiderit  $P2_1/m$  eine Schraubenachse anzeigt, die Fläche (010) nur untergeordnet in Erscheinung treten. Das ist hier nicht der Fall. (010) steht mit den Werten  $h = 100\%$ ,  $p = 100\%$ ,  $g = 98,5$  in der Rangfolge der einzelnen Gruppen stets an erster Stelle, und somit würde für Phosphosiderit im Widerspruch zur röntgenographischen Raumgruppenbestimmung der morphologische Aspekt  $P^*$  resultieren.

#### IV. Paragenese

Der Pegmatit in Pleystein zeichnet sich durch seine abwechslungsreiche chemische Beschaffenheit und der daraus resultierenden interessanten paragenetischen Verhältnisse aus. Eine Vielzahl seltener und zum Teil morphologisch einzigartiger Mineralien konnte auf Stufen von älteren und jüngeren Funden nachgewiesen beziehungsweise bestätigt werden. Die im Pleysteiner Quarzpegmatit beobachteten Mineralien sind in der folgenden Übersicht zusammengefaßt.

Elemente	ged. Wismut	Bi
Sulfide	Zinkblende	ZnS
	Kupferkies	CuFeS <sub>2</sub>
	Covellin	CuS

Wie aus dieser Zusammenstellung leicht zu ersehen ist, tritt in der Zone [100] die Fläche (012) mit einiger Wichtigkeit auf, während (011) hier völlig fehlt. Es ist somit eine Verschiebung nach der c-Achse — entsprechend einer Gleitspiegelebene c — zu beobachten. In der Zone [010] dominiert die Fläche (201) = Verschiebung nach a. (101) konnte dagegen ebenfalls nicht beobachtet werden, doch ist sowohl das Auftreten von (101) als auch von (011) am Strengit bekannt. Schließlich wird in der Zone [001] durch ein Überwiegen der Fläche (120) gegenüber (110) eine Gleitspiegelebene b angedeutet. Hier allerdings kann eine eindeutige Aussage nur auf Grund der h- und p-Werte gemacht werden, da die Flächengrößen der beiden Formen (120) und (110) nur einen geringen Unterschied zugunsten von (120) aufweisen. Insgesamt ergibt sich somit in Übereinstimmung mit der röntgenographisch ermittelten Raumgruppe der morphologische Aspekt von Strengit  $Pc_{2b}$ .

Am Phosphosiderit zeigen die Zentral- und Achsenzonen folgende Flächenbesetzung:

Zentralzonen	[110]	3 Flächen	(110)(111)(001)
	[101]	4 Flächen	(010)(121)(111)(101)
	[011]	2 Flächen	(111)(011)
Achsenzonen	[100]	4 Flächen	(010)(041)(011)(001)
	[010]	2 Flächen	(101)(001)
	[001]	5 Flächen	(010)(140)(130)(490)(110)

Auch hier liegt offensichtlich der einfache Gittertyp „P“ vor. Ferner bleibt durch die Beschränkung von  $hOl$  nur die Möglichkeit für die Aspekte Nr. 1 ( $P^*$ ) oder Nr. 2 ( $P2_1$ ) des monoklinen Systems (Tabelle 2 nach *Donnay* und *Harker*) offen. Beide Aspekte unterscheiden sich durch das Auftreten einer einfachen 2-zähligen Achse bzw. einer Schraubungsachse  $2_1$ .

Ganz allgemein wird durch die Existenz von Schraubenachsen die morphologische Bedeutung der senkrecht zur Achse liegenden Flächen vermindert. Dementsprechend müßte, da die röntgenographisch bestimmte Raumgruppe für Phosphosiderit  $P2_1/m$  eine Schraubenachse anzeigt, die Fläche (010) nur untergeordnet in Erscheinung treten. Das ist hier nicht der Fall. (010) steht mit den Werten  $h = 100\%$ ,  $p = 100\%$ ,  $g = 98,5$  in der Rangfolge der einzelnen Gruppen stets an erster Stelle, und somit würde für Phosphosiderit im Widerspruch zur röntgenographischen Raumgruppenbestimmung der morphologische Aspekt  $P^*$  resultieren.

#### IV. Paragenese

Der Pegmatit in Pleystein zeichnet sich durch seine abwechslungsreiche chemische Beschaffenheit und der daraus resultierenden interessanten paragenetischen Verhältnisse aus. Eine Vielzahl seltener und zum Teil morphologisch einzigartiger Mineralien konnte auf Stufen von älteren und jüngeren Funden nachgewiesen beziehungsweise bestätigt werden. Die im Pleysteiner Quarzpegmatit beobachteten Mineralien sind in der folgenden Übersicht zusammengefaßt.

Elemente	ged. Wismut	Bi
Sulfide	Zinkblende	ZnS
	Kupferkies	CuFeS <sub>2</sub>
	Covellin	CuS

	Pyrit	$\text{FeS}_2$
	Arsen kies	$\text{FeAsS}$
Halogenide	Fluellit	$\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Oxyde-Hydroxyde	Haematit	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
	Quarz	$\text{SiO}_2$
	Pyrolusit	$\beta\text{-MnO}_2$
	Psilomelan	$(\text{Ba}, \text{H}_2\text{O})_2\text{Mn}_5\text{O}_{10}$
	Niobit (Columbit)	$(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Ta}, \text{Nb})_2\text{O}_6$
	„Eisenpecherz“ =	Limonit-Phosphatgel
Sulfate	Gips	$\text{Ca}[\text{SO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Phosphate	Triphylin	$\text{Li}(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mn}^{\cdot\cdot})[\text{PO}_4]$
	Zwieselit	$(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mn})_2[\text{F} \text{PO}_4]$
	Wolfeit	$(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mn})_2[\text{OH} \text{PO}_4]$
	Rockbridgeit	$(\text{Fe}^{\cdot\cdot}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{\cdot\cdot}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$
	Frondelit	$(\text{Mn}, \text{Fe}^{\cdot\cdot})\text{Fe}_4^{\cdot\cdot}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$
	Apatit	$\text{Ca}_5[\text{F}, \text{Cl} (\text{PO}_4)_3]$
	Phosphosiderit	$\text{Fe}^{\cdot\cdot}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Strengit	$\text{Fe}^{\cdot\cdot}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Vivianit	$\text{Fe}_3^{\cdot\cdot}[\text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
	Strunzit	$\text{Mn}^{\cdot\cdot}\text{Fe}_2^{\cdot\cdot}[(\text{OH})_2 (\text{PO}_4)_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
	Kakoxen	$\text{Fe}_4^{\cdot\cdot}[\text{OH} \text{PO}_4]_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
	Beraunit	$\text{Fe}_3^{\cdot\cdot}[(\text{OH})_3 (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
	Türkis	$\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
	Chalkosiderit	$\text{CuFe}_6^{\cdot\cdot}[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
	Meta-Torbernit	$\text{Cu}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
	Autunit	$\text{Ca}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 10(12-10)\text{H}_2\text{O}$
Silikate	Zirkon	$\text{Zr}[\text{SiO}_4]$
	Muskovit	$\text{KAl}_2[(\text{OH})_2 \text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$
	Kaolinit	$\text{Al}_4[(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{O}_{10}]$
	Orthoklas	$\text{K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]$

Die Mineralführung des Pegmatits Pleystein läßt eine gewisse Analogie zu den Nachbarpegmatiten Hagendorf-Nord und Hagendorf-Süd erkennen, jedoch sind in Pleystein die im Anfangsstadium der Pegmatitphase entstandenen Orthoklasmassen und Phosphatausscheidungen bereits vollständig der Erosion anheimgefallen. Lediglich der im weiteren Verlauf der Kristallisation gebildete zentrale Quarzkörper sowie eine große Zahl der eingeschlossenen Phosphatminerale sind erhalten geblieben. Wir unterscheiden nach der genetischen Entwicklung primäre Minerale der Pegmatitphase und sekundäre Minerale. Diese Neubildungen sind vorzugsweise unter hydrothermalen Bedingungen entstanden, zum Teil aber auch unter Einwirkung von niedrig temperierten oberflächennahen Sickerwässern. Die Entstehung der sekundären Minerale ausschließlich durch descendente Oberflächenwässer, wie sie von A. Scholz (26) diskutiert wurde, ist sicher nicht zutreffend, da z. B. auch bei der Synthese von Strengit höhere

Temperaturen benötigt werden. Als Ausgangsmaterial zur Bildung der Sekundärphosphate, die wegen ihrer Reichhaltigkeit den interessanteren Teil der Mineralparagenese darstellen, dienten die bei der Erstarrung der pegmatitischen Restschmelze kristallisierten primären Phosphate. Durch die spätere Thermalitätigkeit wurden diese Verbindungen meist wieder vollständig aufgelöst, seltener sind sie als Einschlüsse im Quarz erhalten geblieben. Die Auslaugungsformen der primären Phosphate lassen vielfach deren ursprüngliche Morphologie erkennen, sind aber zum großen Teil mit den neu gebildeten Mineralien ausgefüllt; d. h. daß die Bildung dieser Mineralien sich örtlich und zeitlich unmittelbar an die Lösungsvorgänge der primären Phosphatkörper anschloß.

Die im Pegmatitquarz von Pleystein enthaltenen primären Phosphatminerale sind:

Zwieselit	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{F} \text{PO}_4]$
Wolfeit	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{OH} \text{PO}_4]$
Triphylin	$\text{Li}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{PO}_4]$
Apatit	$(\text{Ca}, \text{Mn})_5[\text{F} \text{(PO}_4)_3]$
(Manganapatit)	

Von diesen dürfte Zwieselit weitaus am häufigsten vorhanden gewesen sein. Wolfeit, Triphylin und Apatit sind im Gegensatz zu ihrem häufigen Auftreten in den Pegmatiten von Hagendorf hier recht selten.

Bei der Umsetzung der Primärphosphate lassen sich im wesentlichen folgende Reaktionen unterscheiden:

1) Hydrothermale Umsetzung der Phosphate ohne Oxydation des  $\text{Fe}^{2+}$ . Es entsteht:



2) Hydrothermale Umsetzung der Phosphate und gleichzeitige Oxydation von  $\text{Fe}^{2+}$ :

Rockbridgeit	$(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{3+}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$
Frondelit	$(\text{Mn}, \text{Fe}^{2+})\text{Fe}_4^{3+}[(\text{OH})_5 (\text{PO}_4)_3]$
Phosphosiderit	$\text{Fe}^{3+}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Strengit	$\text{Fe}^{3+}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Beraunit	$\text{Fe}_3^{3+}[(\text{OH})_2 (\text{PO}_4)_2] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$

Hierbei tritt teilweise auf Grund des unterschiedlichen Oxydations- und Reduktionspotentials eine Trennung der in den primären Phosphaten gemeinsam auftretenden Elemente Fe und Mn auf. So entstanden die reinen Fe-Mineralien Phosphosiderit, Strengit, Beraunit, während die reinen Mn-Glieder, wie z. B. die in Hagendorf unter analogen Bedingungen gebildeten Phosphate Huréaulith und Reddingit, bisher in Pleystein nicht nachgewiesen wurden.

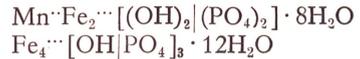
3) Hydrothermale Umsetzung der primären Phosphate oder Reaktion mit Oberflächenwässern und teilweiser oder vollständiger Austausch der oxydierten primären Kationen durch  $\text{Cu}^{2+}$  (aus Kupferkies),  $\text{Ca}^{2+}$  (aus Apatit) oder  $\text{Al}^{3+}$  (aus Silikaten):

Türkis	$\text{CuAl}_6[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Chalkosiderit	$\text{CuFe}_6^{3+}[(\text{OH})_2 \text{PO}_4]_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Meta-Torbernit	$\text{Cu}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Autunit	$\text{Ca}[\text{UO}_2 \text{PO}_4]_2 \cdot 10(12-10)\text{H}_2\text{O}$

4) Ferner sind durch die Einwirkung von zirkulierenden  $\text{CO}_2$ - und  $\text{O}_2$ -haltigen

vadosen Oberflächenwässern zum Teil auf bereits neu gebildete Sekundärphosphate entstanden:

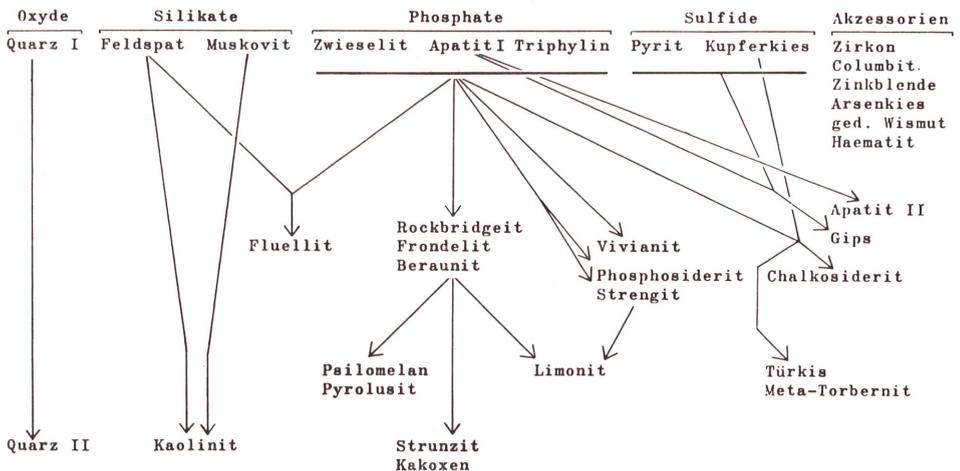
Strunzit  
Kakoxen



Hier wurden auch die vom  $\text{Fe}^{++}$  getrennten Manganionen als Psilomelan und Pyrolusit neben einer Anzahl weiterer vorwiegend oxydischer Verbindungen ausgefällt.

Das bei der Umsetzung der primären Phosphate freigewordene Fluor ist zum großen Teil durch Lösungen abgeführt worden, teilweise konnte als einzige Halogenverbindung der Fluellit  $\text{AlF}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  entstehen. Sekundäre Li-Verbindungen, wie die in Hagendorf vorkommenden Phosphate Ferrisicklerit  $\text{Li}_{1/2}(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})[\text{PO}_4]$  oder Tavorit  $\text{LiFe}^{3+}[\text{OH}|\text{PO}_4]$ , sind in Pleystein bisher nicht gefunden worden, so daß offensichtlich Triphylin als primärer Phosphatträger im Pegmatitquarz nur untergeordnet in Erscheinung trat.

Insgesamt ergibt sich für die Mineralparagenese des Pegmatites von Pleystein folgendes genetisches Schema:



Die nachfolgende Beschreibung der Mineralien entspricht in ihrer Anordnung etwa der genetischen Abfolge, wobei zum Teil Parallelausscheidungen einzelner Komponenten durchaus möglich sind.

### Mineralien der Pegmatitphase

#### 1. Quarz

Die Hauptkomponente des Kreuzbergmassivs besteht aus Quarz, in dem als Einschlüsse oder auf Höhlungen alle weiteren Mineralien enthalten sind. Die Gesamtmenge des zur Zeit noch anstehenden Quarzes wird auf etwa 550 000 t geschätzt. Quarz tritt vorwiegend in derber Form auf und ist meist durch mikroskopische Flüssigkeitseinschlüsse in mitunter streifenartiger Anordnung leicht getrübt. Gelegentlich sind Übergänge nach Milchquarz oder Rosenquarz zu beobachten, dessen Farbintensität nach der Tiefe des Berges

hin zunimmt. Eine qualitative spektralanalytische Untersuchung von Rosenquarz und Milchquarz zeigt neben viel Si die Anwesenheit von Cu, Ag, Fe, Mg, Bi, Al. Cu und Ag sind mitunter in recht beachtlichen Mengen enthalten und wesentlich häufiger als die übrigen Spurenelemente.

Der derbe Quarz ist zum Teil stark kavernös. Die Hohlräume zeigen oft die Form von hexagonalen Prismen und mitunter andeutungsweise Pyramidenflächen. Sie sind offensichtlich durch Kristalle primärer Phosphate wie Zwieselit oder Apatit gebildet worden. Gelegentlich enthält der Pegmatitquarz Drusenräume, die mit etwa cm-großen Bergkristallen angefüllt sind. Desgleichen befinden sich an der Westseite des Kreuzberges andeutungsweise Quarzeinkristallbildungen von mehreren Metern Größe mit deutlicher Querriefung auf den Prismenflächen. Eine jüngere Generation des Quarzes, bestehend aus farblosen bis weißen krustenförmigen Überzügen, ist vielfach auf stark zersetzten limonithaltigen Phosphatgemengen anzutreffen.

2. Feldspat Die Feldspäte, vertreten durch Orthoklas, finden sich zusammen mit Quarz an der Ost-Seite oder stark kaolinisiert an der Süd- und West-Seite des Kreuzberges. Es sind vorwiegend Orthoklas-Mikroclin-Verwachsungen mit geringen perthitischen Albitentmischungen.
3. Muskovit ist vielfach in feinschuppiger Ausbildung silberglänzender oder bräunlicher Blättchen zu beobachten. Er zeigt sich in zusammenhängenden Partien auf Quarz oder in dessen Höhlungen, mitunter auch als Umrandung von Phosphatbildungen oder als Bestandteil brecciöser Quarz-Limonit-Phosphat-ausscheidungen.
4. Zirkon ist von A. *Scholz* als Seltenheit im Zwieselit des Pleysteiner Pegmatits nachgewiesen worden. Die 1—2 mm großen Kristalle von brauner Farbe weisen einen kurzprismatischen Habitus auf mit den Flächen (100), (110), (111), (311).
5. Triphylin in frischer Form selten, meist nahezu vollständig zersetzt.
6. Zwieselit — erstmals durch *Breithaupt* 1841 von Zwiesel beschrieben — ist das Fe-reiche Endglied einer Mischkristallreihe mit der chemischen Formel  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})_2[\text{F}|\text{PO}_4]$ . Der Name „Triplit“ ist der Mn-reichen Verbindung dieser Reihe vorbehalten. Er wurde jedoch von *Laubmann* und *Steinmetz* ohne Berücksichtigung der chemischen Zusammensetzung einheitlich für die Glieder dieser Mischkristallreihe verwendet. Die Analysenwerte für „Triplit“ = Zwieselit von Pleystein sind nach den beiden Autoren:

$\text{P}_2\text{O}_5$	33,14%
FeO	33,51
MnO	25,42
F	6,77
Unlös.	0,46
	<hr/>
	99,30%

Hierbei ist das Verhältnis  $\text{Fe}:\text{Mn} = 1,3:1$ , so daß der Bezeichnung „Zwieselit“ durchaus der Vorzug gebührt. Spektralanalytische Untersuchungen ergaben neben Fe, Mn, P die Anwesenheit geringer Mengen Ti, Ca, Si, Mg, Na.

Frischer Zwieselit von brauner bis grauer Färbung ist gelegentlich z. T. in idiomorpher grobkristalliner Ausbildung im Pegmatitquarz eingewachsen. Die Kristalle zeigen oft die Form pseudo-hexagonaler Prismen und Basisflächen und dürften ursprünglich auch in den in großer Anzahl vorhandenen Hohlräumen des Quarzes enthalten gewesen sein. Im Quarz eingelagerte Zwieselitpartien sind besonders deutlich an der SO-Seite des Kreuzberges zu erkennen. Auch in dem durch einen Felssturz abgelösten Quarzblock wurden neben vielen Hohlformen mehrere kleine Einschlüsse dieses primären Minerals vorgefunden. Zwieselit ist offensichtlich der wichtigste primäre Phosphatträger und Ausgangsprodukt der sekundären Phosphatneubildungen.

Dichte = 3,5—3,9, Härte = 5—5,5. Spaltbarkeit nach (001) gut.

7. Apatit tritt gelegentlich in geringen Mengen im Quarz und Zwieselit auf.
8. Columbit findet sich recht selten im Quarz, Zwieselit oder verwitterten Phosphatpartien in Form schwarzer tafelförmiger Kristalle mit deutlich ausgeprägter Streifung. Die morphologische Ausbildung ist meist unvollkommen, doch sind mitunter die Formen (100), (110), (021), (133), (530) zu beobachten. Die Kristallsplitter sind durchweg nur wenige Millimeter lang; als Seltenheit für dieses Vorkommen war im zersetzten Rockbridgeit vom Felssturzmaterialein Kristall mit einer Länge von ca. 1,5 cm enthalten.
9. Zinkblende Fe-reiche schwarze Zinkblende ist schon von C. W. *Gümbel* (13) erwähnt worden, war aber nach *Laubmann* und *Steinmetz* in Aufschlüssen an der Süd-Seite des Kreuzberges nicht zu beobachten. Sie konnte jedoch wieder im Quarz der neuen Aufschlüsse 1951 und 1960 an der West- und NO-Seite des Pegmatits nachgewiesen werden.
10. Pyrit tritt meist derb bis feinkristallin in Spaltrissen und Höhlungen des Quarzes neben Zinkblende oder Zwieselit auf. Gelegentlich finden sich Würfel, die mitunter vollständig in Limonit übergegangen sind.
11. Arsenkies in geringen derben Mengen wurde zuerst von C. W. *Gümbel* 1853 (12) und später von A. *Scholz* (26) als Seltenheit im Quarz von Pleystein beschrieben.
12. Kupferkies derb, in geringen Mengen auf Quarz aufsitzend.
13. ged. Wismut wurde von A. *Scholz* auch im Pegmatit von Pleystein nachgewiesen. Das Metall findet sich hier neben Columbit im Quarz eingesprengt, in Form kleiner etwa 1 mm großen Metallkörner von rötlich-silberweißer Färbung. Anhand des

Originalmaterials wurde die Identität des Metalles mit Wismut röntgenographisch und spektrochemisch bestätigt.

14. Haematit tritt gelegentlich in kleinen Einschlüssen im Quarz auf.

Sekundäre Mineralbildungen durch hydrothermale  
Umsetzung.

15. Covellin ist mitunter in dünnen dunkelblauen Überzügen auf Kupferkies enthalten und aus diesem sekundär gebildet worden. Auf mehreren Stufen vom Felssturz war das Mineral in Form erdiger Überzüge zu beobachten.
16. Rockbridgeit — benannt nach der Lokalität Rockbridge County im Staate Virginia, USA — ist im Pegmatitquarz des Kreuzberges mengenmäßig am häufigsten anzutreffen. Die im älteren Schrifttum vielfach gebrauchte Bezeichnung „Kraurit“ wurde für verschiedene Phosphate wie Rockbridgeit und Dufrenit gleichermaßen verwendet und mußte somit fallengelassen werden. Rockbridgeit wurde sekundär gebildet in den Spalt- und Höhlungen des Quarzes in typisch radialstrahligen, teilweise glaskopfförmigen Aggregaten oder Krusten bzw. in derber Form von dunkelgrüner mitunter fast schwarzer Färbung. Selten gehen die radialen Rockbridgeitfasern an den freien Enden in kleine jedoch nicht vermeßbare Kriställchen über. Bei der Verwitterung entstehen aus Rockbridgeit vielfach erdige Massen, die sich in den Hohlräumen des Quarzes ansammeln. Rockbridgeit kristallisiert rhombisch. Die Dichte ist 3,3—3,5, die Härte = 4,5. Pleochroismus: von grün über braun nach gelb. Häufig zeigt der Rockbridgeit eine lagenförmige Bänderung, wie sie beim Malachit oder Achat bekannt ist. Zwischen den einzelnen Lagen sind teilweise braune und rotbraune ebenfalls radialstrahlige Partien von Frondelit und Beraunit zu beobachten.
17. Frondelit ist in seinen Eigenschaften dem Rockbridgeit sehr ähnlich. Die Farbe ist dunkelbraun, der Pleochroismus variiert zwischen orangebraun bis gelbbraun. Rockbridgeit und Frondelit sind basische Phosphate der Formel  $(\text{Fe}^{2+}, \text{Mn})\text{Fe}_4^{2+}[(\text{OH})_5(\text{PO}_4)_3]$ . Zwischen den beiden Fe- und Mn-reichen Endgliedern dieser Mischkristallreihe sind wahrscheinlich alle Übergänge möglich. Unter dem Namen Rockbridgeit werden auch Zwischenglieder mit  $\text{Fe} > \text{Mn}$  zusammengefaßt, während umgekehrt bei Frondelit  $\text{Mn} > \text{Fe}$  ist. In angewittertem Zustand sind beide Mineralien mehr oder weniger hellbraun verfärbt.
18. Beraunit  $\text{Fe}_4^{2+}[(\text{OH})_3(\text{PO}_4)_2] \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ , wurde schon von C. W. *Gümbel* im Pleystein Quarzpegmatit erwähnt. Das Mineral zeigt die gleiche radialstrahlige Entwicklung wie Rockbridgeit oder Frondelit und bildet mit diesen abwechselnd krustenförmige Lagen von intensiv brauner Färbung (Abb. 21). Beraunit kommt ferner in flachen Rosetten auf Quarz vor. Hin und wieder wurden von dem ebenfalls radialstrahligen

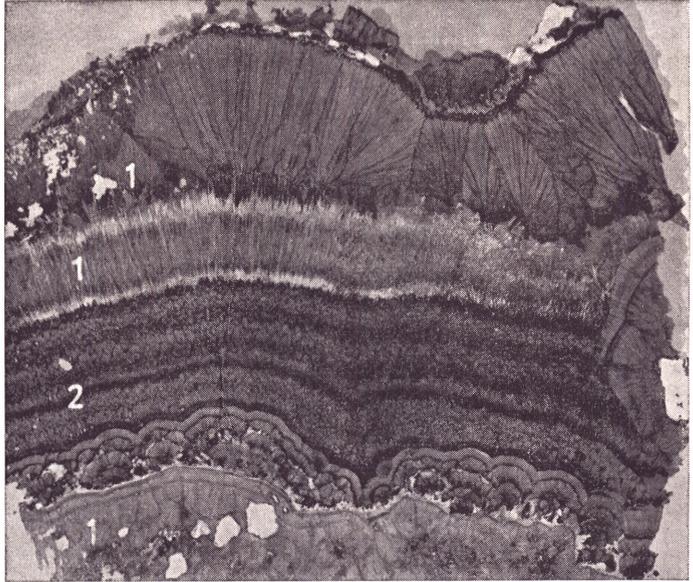


Abb. 21. Rockbridgeit (1) und Beraunit (2). bei + Nic. Vergr.:  $5\times$

Mineral Hohlräume gebildet, in denen wie beim Rockbridgeit die radialen Fasern von kleinen Kristallen begrenzt sind. Die Kristalle sind monoklin, nach der  $b$ -Achse gestreckt und zeigen die Flächen (100), (102) und (111).

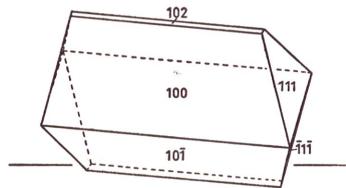


Abb. 22. Beraunit-Einkristall.

Die Spaltbarkeit ist gut nach (100), Härte = 3,5—4, Dichte = 2,8—3, Pleochroismus: gelb bis rotbraun. Bemerkenswert ist bei den drei eben genannten Phosphaten die Gleichheit der Gitterkonstanten in der Faserrichtung:

Rockbridgeit	[001] $c_0 = 5,19 \text{ \AA}$ ( $a_0 = 13,76$ $b_0 = 16,94$ )
Frondelit	[001] $c_0 = 5,21 \text{ \AA}$ ( $a_0 = 13,89$ $b_0 = 17,01$ )
Beraunit	[010] $b_0 = 5,15 \text{ \AA}$ ( $a_0 = 20,59$ $c_0 = 19,23$ )

Die Anwesenheit von Rockbridgeit, Frondelit und Beraunit konnte auch für die neuen Vorkommen durch Vergleichs-

röntgenaufnahmen erwiesen werden. Auffällig häufig war hierbei das Mineral Beraunit am Material vom Felssturz vertreten.

19. Phosphosiderit tritt meist in enger Vergesellschaftung mit Strengit auf.
20. Strengit Beide Mineralien zeigen sich im Quarzpegmatit von Pleystein in einer für dieses Vorkommen charakteristischen Reichhaltigkeit, Größe und morphologischen Ausbildung. Eine eingehende Beschreibung für Phosphosiderit und Strengit ist unter I. gegeben worden.
21. Chalkosiderit findet sich in Form feinkristalliner grüner Krusten auf Rockbridgeit und wurde früher offensichtlich als grüner Phosphosiderit angesehen. Chalkosiderit ist vollkommen spaltbar nach (001) und gut nach (010). Härte = 4,5, Dichte = 3,22—3,26.
22. Fluellit ist das einzige bekannte Halogenid vom Kreuzberg. Es kommt vor in kleinen, gut ausgebildeten Kristallen von weißer bis schwach gelblicher Färbung in Hohlräumen des Quarzes oder auf Phosphaten (z. B. Phosphosiderit, Strengit). Ursprünglich wurde das Mineral von *Groth* 1916 als „Pleysteinit“ bezeichnet. Die Anwesenheit von  $Al^{3+}$ ,  $PO_4^{3-}$ , wenig  $Fe^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ , etwas  $Ca^{2+}$  und  $H_2O$  veranlaßten *Laubmann* und *Steinmetz*, hier ein neues Phosphatmineral zu vermuten und ihm den Namen „Kreuzbergit“ zu geben. Jedoch konnte in einer späteren Arbeit von *A. Scholz* und *H. Strunz* 1940 (25) an Originalmaterial die Identität zwischen Kreuzbergit und Fluellit erwiesen werden.
23. Apatit Neubildungen von Apatit sind gelegentlich in Form wasserklarer idiomorpher Nadeln von mm-Größe zu beobachten.

#### Sekundäre Mineralbildung unter Einwirkung von Oberflächenwässern.

24. Limonit ist weit verbreitet in Klüften und Höhlungen vom Quarz. Er bildet erdige Massen, Anflüge oder Durchwachsungen auf Quarz. Mitunter sind radialstrahlig-stalaktitische Ausbildungen zu finden, die teilweise von jüngeren Phosphaten wie Strengit überkrustet sind. Kleine schwarzbraune unvollständig ausgebildete Kristalle in Drusenräumen haben sich als  $\alpha$ -FeOOH erwiesen. Gelegentlich ist Limonit pseudomorph nach Pyrithexaedern zu beobachten. Limonit ist als Hauptbestandteil in den von *Laubmann* und *Steinmetz* mit „Eisenpecherz“ bezeichneten gelförmigen Phosphatausscheidungen neben brecciösem Quarz, Rockbridgeit, Psilomelan, Muskovit und Kristallen von Phosphosiderit und Strengit enthalten.
25. Strunzit Ein dem Kakoxen sehr ähnliches Mineral, das selbst mit diesem Namen bzw. als „falscher Kakoxen“, auch als „Fairfieldit“ bezeichnet wurde, ist von *H. Strunz* (30) 1952 in Hagendorf, Ost-Bayern, in größeren Mengen und vereinzelt

- auch in Pleystein gefunden worden. Erstmals wurden die als Mineral H bezeichneten Kristalle 1947 in Palermo, New Hampshire, beobachtet. Das Mineral erhielt 1958 von C. *Fronde* den Namen Strunzit und konnte anhand des in reicher Menge vorhandenen Materials aus Hagendorf eingehend untersucht und beschrieben werden (9). Strunzit,  $\text{Mn} \cdot \text{Fe}_2 \cdot [(\text{OH})_2 (\text{PO}_4)_2] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ist monoklin.  $a_0 = 9,80$ ,  $b_0 = 18,06$ ,  $c_0 = 7,34 \text{ \AA}$ ,  $\beta = 100^\circ 10'$ . Die Kristalle bilden nadelartige Büschel und Überzüge von strohgelber bis bräunlicher Farbe. Morphologische Untersuchungen waren nicht durchführbar. Das spezifische Gewicht ist im Mittel 2,52, der Pleochroismus ändert sich von fast farblos über hellgelbbraun nach dunkel-gelbbraun. Die Kristalle des in Pleystein gefundenen Minerals bilden radiale Bündel im kavernösen Quarz und sind teilweise von Phosphosiderit überkrustet. Auch am neuen Material vom Felssturz konnte Strunzit beobachtet werden.
26. Kakoxen bildet goldgelbe meist radialfaserige Nadelchen oder Krusten als Hohlraumfüllungen im Rockbridegit oder auf Limonit. Recht häufig findet sich das Mineral neben Beraunit auf Limonitstufen vom Felssturzmateriale.
27. Vivianit als dünner hellblauer Anflug auf Quarz oder anderen Phosphaten, wurde schon von *Gümbel* erwähnt. Er konnte vielfach in lockerer erdiger Form auf Quarzstücken vom Felssturz beobachtet werden. Kristallbildungen von Vivianit, wie sie von *Laubmann* und *Steinmetz* vom Kreuzberg beschrieben wurden, konnten in den neuen Vorkommen nicht beobachtet werden.
28. Türkis ist sehr selten und bildet blaßgrüne Krusten auf Rissen im Quarz.
29. Psilomelan findet sich vielfach in glaskopffartiger Ausbildung auf Klüften von Quarz oder Rockbridegit neben Strengit oder als Bestandteil limonithaltiger Phosphatbreccien.
30. Pyrolusit tritt meist in Verbindung mit Psilomelan oder mit Quarz verwachsen auf.
31. Gips ist in Form kleiner perlmuttglänzender Kristalle bei der Oxydation primärer Sulfide entstanden und findet sich in zum Teil mit Phosphaten ausgefüllten Höhlungen des Quarzes.
32. Meta-Torbernit ist sehr selten in charakteristisch grün gefärbten dünnen Blättchen anzutreffen.
33. Quarz kommt als Neubildung in Form von weißen bis farblosen krustenförmigen Kristallisationen auf Limonit vor.
34. Kaolinit durch Verwitterung aus Feldspat-haltigen Anteilen des Pegmatitquarzes entstanden. Kaolinit tritt ebenfalls nur untergeordnet auf.

## V. Zusammenfassung

Die chemische Verbindung  $\text{Fe}[\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  tritt in der Natur in zwei Modifikationen auf: monoklin als Phosphosiderit, rhombisch als Strengit. In der vorliegenden Bearbeitung wurden ausschließlich Kristalle beider Mineralien vom Fundort Pleystein in der Oberpfalz untersucht. Die Mehrzahl der Kristallindividuen entstammt hierbei zwei neueren Aufschlüssen aus den Jahren 1951 und 1960. Neben chemischen und qualitativ-spektrochemischen Analysen wurden am Phosphosiderit und Strengit Entwässerungsversuche mittels DTA und Hochtemperaturröntgenaufnahmen durchgeführt. Phosphosiderit geht über eine, Strengit über drei Zwischenstufen in die Tiefquarz- $\text{FePO}_4$ -Modifikation über. Weiterhin erfolgten Bestimmungen der Brechungsindizes, der optischen Orientierungen sowie Dichtemessungen. Ferner wurden aus Debye-Scherrer-Aufnahmen von Phosphosiderit und Strengit die  $d$ -Werte der einzelnen Reflexe berechnet und eine Indizierung durchgeführt.

Anhand des reichhaltigen Untersuchungsmaterials konnte eine eingehende morphologisch-statistische und paragenetische Bearbeitung vorgenommen werden. Insgesamt standen für statistische Untersuchungen 206 Phosphosideritkristalle und 1492 Strengitkristalle zur Verfügung. Berechnet wurden die  $h$ -,  $t$ -,  $z$ -,  $p$ -,  $g$ -Werte und die Zonengewichte. Phosphosiderit tritt in zwei verschiedenen Kristalltypen auf: Typ 1 || der  $a$ -Achse gestreckt, Typ 2 (seltener) || der  $c$ -Achse gestreckt. Als neue Formen konnten beobachtet werden  $j(140)$ ,  $k(130)$ ,  $l(490)$ . — Strengit bildet Kristalle mit tafeligem und isometrischem Habitus. Neu für Strengit ist die Form  $t(112)$ .

Auf Grund der Resultate aus den statistischen Untersuchungen wurde für Phosphosiderit und Strengit der morphologische Aspekt bestimmt. Für Phosphosiderit ergab sich der Aspekt  $P^*$ , für Strengit in Übereinstimmung mit der röntgenographisch ermittelten Raumgruppe  $Pcab$ .

Die wichtigsten Daten und Eigenschaften von Phosphosiderit und Strengit sind abschließend noch einmal in der folgenden Übersicht zusammengefaßt.

	Phosphosiderit	Strengit
Symmetrie	monoklin-prismatisch $C_{2h}^2 - P2_1/m$	rhombisch-dipyramidal $D_{2h}^{15} - Pcab$
morpholog. Aspekt	$P^*$	$Pcab$
$a_0$	5,29 metr.Å	10,08 metr.Å
$b_0$	9,77	9,87
$c_0$	8,73	8,67
$\beta$	$90^\circ 36'$	—
$a_0 : b_0 : c_0$	0,5415:1:0,8936	1,0213:1:0,8784
Habitus	tafelig (010) prismatisch [001] [100]	isometrisch tafelig (001) prismatisch [010], [100]
Chem. Formel	$\text{Fe}^{\text{III}} [\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}^{\text{III}} [\text{PO}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Z	4	8
Spaltbarkeit	(010) vollkommen (001) deutlich	(010) vollkommen (001) deutlich
Bruch	uneben bis muschelig	uneben bis muschelig
Strich	gelbweiß	gelbweiß

	Phosphosiderit.	Strengit.
Härte	3,5—4	3—4
Dichte	2,75 (22°C)	2,86 (22°C)
Röntgendichte	2,750	2,879
Farbe	blaßrosa, rosa, dunkelrot gelbbraun, moosgrün	farblos, blaßrosa, violettblau moosgrün (Einschlüsse)
Glanz	glasglänzend (durchsichtig bis durchscheinend)	glasglänzend (durchsichtig bis durchscheinend)
nX	$X \wedge c \sim +4^0$ 1,703 (Na)	X=c 1,701 (Na)
nY	Y=b 1,728	Y=a 1,720
nZ	Z 1,739	Z=b 1,740
$\Delta n$	0,036	0,039
Pleochroismus	X schwach rosa Y karminrot Z farblos	X schwach rosa, schwach violett Y farblos, violett Z schwach rosa, blauviolett
$2V_{\text{ber.}}$	66°	89°
Dispersion	stark (r > v)	sehr stark (r << v)
Opt. Charakter	negativ	positiv
Achsebene	(010)	(100)

## LITERATURVERZEICHNIS

- (1) *De Angelis*, M.: Intorno alla forma cristallina della fosfosiderite di S. Gioveddu presso Gonnese in Sardegna. — Annali del Museo Civico di St. Nat. di Genova, **52**. 1926. 138—148.
- (2) *Brubns*, W. und *Busz*, K.: Phosphosiderit, ein neues Mineral von der Grube Kalterborn bei Eiserfeld im Siegenschen. — Z. Krist. **17**. 1890. 555—560.
- (3) *McConnell*, D.: Symmetry of Phosphosiderite. — Am. Min. **24**. 1939. 636—642.
- (4) — Clinobarrandite and the Isodimorphous Series, Variscite-Metavariscite. — Am. Min. **25**. 1940. 719—725.
- (5) *Dana*, J. D. und *Dana*, E. S.: The System of Mineralogy. — 7. Aufl., New York, 1951, Bd. II. S. 758—759, 769.
- (6) *Donnay*, J. D. H. und *Harker*, D.: Nouvelles tables d'extinctions pour les 230 groupes de recouvrements cristallographiques. — Naturaliste Canadien, **67**. 1940. 33—69.
- (7) *Fischer*, E.: Über Beraunit-Eleonorit. — Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie. **5**. 1956. 204—209.
- (8) *Forster*, A.: Metamorphe Orthogesteine im Moldanubikum. — N. Jb. Abh., **92**. 1959. 1—46.
- (9) *Frondel*, C.: Strunzit, ein neues Eisen-Mangan-Phosphat. — N. Jb. Min., Mh., 1957. 222—226.
- (10) *Goldschmidt*, V.: Atlas der Kristallformen. — Heidelberg, Bd. 6, Text S. 152, Tafeln S. 91.
- (11) — Atlas der Kristallformen. — Heidelberg, Bd. 8, Text S. 89, Tafeln S. 57—58.
- (12) *Gümbel*, C. W. v.: Verzeichnis der in der Oberpfalz vorkommenden Mineralien. — Korrespondenz-Blatt des zoologisch-mineralogischen Vereins in Regensburg. **10**. 1853. 145—158.
- (13) — Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges. — Gotha 1868, S. 330.
- (14) *Himmel*, H. und *Schroeder*, R.: Strengit von Pleystein. — Zbl. Min. 1935. 289—292.
- (15) *Hintze*, C.: Handbuch der Mineralogie. — Berlin und Leipzig, 1. Bd., 4. Abtl., S. 1286—1288, 1276—1278.
- (16) *De Jesus*: Com. Serv. Geol. Portugal, **19**. 1935. 65.
- (17) *Kleber*, W. und *Weiner*, K.-L.: Vergleichende kristallographische Untersuchungen an den rhombischen Phosphaten und Arsenaten vom Typus  $Y[zO_4] \cdot 2H_2O$ . — N. Jb. Min., Abh., **90**. 1958. 253—284.
- (18) *Koebelin*, R.: Phosphosiderit von Kirunavara. — Zbl. Min. 1934. 290—291.
- (19) *König*, A.: Proc. Acad. Philadelphia. 1877. 27.
- (20) *Kokkoros*, P.: Vergleichende röntgenographische Untersuchung von Arsenaten und Selenaten (Skorodit, Strengit, etc.). — Prakt. Acad. Athènes, **13**. 1938. 337—344.
- (21) *Laubmann*, H. und *Steinmetz*, H.: Phosphatführende Pegmatite des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes. — Z. Krist. **55**. 1920. 523—586.
- (22) *Nies*: Strengit, ein neues Mineral. — N. Jb. Min. 1877. 8.
- (23) *Niggli*, P.: Lehrbuch der Mineralogie und Kristallchemie. — 3. Aufl., Berlin, 1941, S. 450—578.
- (24) *Schmid*, H.: Verbandsverhältnisse der Pegmatite des Oberpfälzer und Bayerischen Waldes. — N. Jb. Min. Abh., **88**. 1955. 309—404.
- (25) *Scholz*, A.: Untersuchung über Mineralführung und Mineralgenese der bayerischen Pegmatite. — 17. Bericht für das Jahr 1924 des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg E. V.
- (26) *Scholz*, A. und *Strunz*, H.: Identität von Kreuzbergit mit Fluellit. — Zbl. Min. 1940. 133—137.
- (27) *Strunz*, H.: Mineralogische Tabellen. — 3. Aufl., Leipzig, 1957.

- (28) *Strunz*, H.: Mineralien und Lagerstätten in Ostbayern. — Gustav Bosse Verlag, Regensburg, 1953, 128 S.
- (29) — Die Phosphat-Quarz-Feldspatpegmatite von Hagendorf-Pleystein in Bayern. — N. Jb. Min. Abh., **84**. 1952. 77—92.
- (30) — Die Phosphatparagenese im Hagendorfer Pegmatit. — Der Aufschluß **6**. 1957. 41—54.
- (31) *Strunz*, H. und v. *Sztrókaý*, K.: Isodimorphie zwischen Metavariscit, Variscit, Phosphosiderit und Strengit. — Zbl. Min. 1939. 272—278.
- (32) *Strunz*, H. und *Wilk*, H.: Ein Felssturz am Rosenquarz zu Pleystein. — Der Aufschluß **12**. 1960. 305—311.
- (33) *Tennyson*, Ch.: Phosphoferrit und Reddingit von Hagendorf. — N. Jb. Min. Abh., **87**. 1954. 185—217.
- (34) *Voll*, G.: Stoff, Bau und Alter in der Grenzzone Moldanubikum/Saxothuringikum in Bayern unter besonderer Berücksichtigung gabbroider, amphibolitischer und kalksilikatführender Gesteine. — Beih. zum Geol. Jb. **42**. 1960. 1—382.

## Inhalt

Band 23 — 1959/60 — Heft 1 und 2

### Abhandlungen

<i>Franz X. Schnittmann</i> : Die Geröllführung der Donau und ihrer Nebenflüsse vom Schwarzwald bis Weltenburg . . . . .	5
<i>Franz X. Schnittmann</i> : Die Versteinerungen der Steinbrüche im Dolomit des südlichen Frankenjuras zwischen Ingolstadt und Neustadt . . . . .	36
<i>Franz X. Schnittmann</i> : Riesenammoniten der mittleren Oberpfalz und des benachbarten Mittelfranken . . . . .	41
<i>Friedrich Herrmann</i> : Das untere Naabgebiet bei Regensburg, ein altsteinzeitliches Siedlungszentrum . . . . .	46
<i>Harry Wilk</i> : Phosphosiderit und Strengit von Pleystein in Ostbayern . .	107