© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

IV. Abhandlungen.

Studien an Gipszwillingen aus den Neokomtonen der Umgebung Braunschweigs.

Von **E. Stolley** in Braunschweig.

Mit Tafel I—VI.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die mesozoischen und tertiären Tone Norddeutschlands vielfach einen besonderen Reichtum an Gipskristallen einschließen[1]), den sie der Zersetzung des in diesen Tonen enthaltenen Pyrits oder Markasits verdanken. Insbesondere zeichnet sich die nähere Umgebung Braunschweigs durch Fundstellen in der unteren Kreide aus, an denen die Größe, Schönheit und Mannigfaltigkeit der Gipskristalle mit der Zahl der Individuen wetteifert. Unter ihnen hat die Lokalität Klein Schöppenstedt schon ihren Platz in der Literatur gefunden[2]); andere Fundorte sind jedenfalls dem Sammler seit langem wohlbekannt, verdienen aber noch eine nähere Berücksichtigung, da sie neben den häufigen Gestalten des Gipses auch seltenere und eigenartigere Formen enthalten, deren Beschreibung das Bild dieses schönen Minerals in mancher Hinsicht zu vervollständigen geeignet ist. Zwar ist bereits in zahlreichen, vorwiegen | älteren Publikationen, besonders in der ausführlichen Monographie von F. Scharff[3]), die Mannigfaltigkeit der Gestalten und der Wachstums-

[1]) Auffallenderweise sagt Keilhack noch in der neuesten Auflage seiner „Praktischen Geologie", 1916, pag. 488: „das Auftreten von Gipskristallen ist in der Hauptsache auf die Tone der Trias beschränkt", und läßt außerdem nur noch den mitteloligozänen Septarienton gelten. Diese irrige Behauptung bedarf der Berichtigung.

[2]) Sillem, Mitteilungen über seine Mineraliensammlung (N. Jahrb. f. Min. etc., 1848, pag. 187).

v. Kraatz, Gips von Kl. Schöppenstedt (Mitt. a. d. Roemer-Museum zu Hildesheim, 1896, Nr. 4).

[3]) Über den Gipsspath. Frankfurt a. M., 1871 (Abh. d. Senckenberg'schen Gesellschaft, Bd. VIII).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

eigentümlichkeiten des Gipses eingehend geschildert worden, so daß von vornherein kaum zu erwarten stand, daß viel Neues mitgeteilt werden könnte, aber andererseits scheint der Gips doch vielfach noch weniger beachtet worden zu sein, als er es verdient, vielleicht mit aus dem Grunde, daß er seiner großen Häufigkeit wegen als hinreichend bekannt galt. Vieles von dem, was hier an Beobachtungen mitgeteilt werden wird, ist sicherlich auch anderswo schon beobachtet worden, aber es ist wohl zweifellos, daß es noch nie schöner und mannigfaltiger beobachtet wurde, als in Braunschweigs Umgebung, und auch wohl kaum in so engem Zusammenhange der mannigfachen Gestalten in so wenig beschädigtem Zustande dem zähen Medium entnommen worden ist, wie es mit dem großen von mir zusammengebrachten und hier beschriebenen Materiale der Fall ist.

Nachfolgende Abhandlung soll nun weniger eine streng kristallographische Erörterung, als eine Darstellung der Tracht und des Aufbaues der Gipszwillinge, ihrer Einschlüsse und ihrer Gruppierung, sowie der Art ihres natürlichen Vorkommens bringen. Manches, was in der zitierten Monographie von SCHARFF an einfachen Kristallen, Zwillingen und Gruppen verschiedenster Fundorte mitgeteilt und abgebildet worden ist, wird man hier in ähnlicher Weise wiederfinden, aber es trotzdem, so hoffe ich, nicht überflüssig finden, daß diese schönen Vorkommnisse aus den Neokomtonen Braunschweigs, von denen die Literatur bisher kaum etwas Wesentliches zu sagen wußte, im Zusammenhange geschildert und durch zahlreiche naturgetreue Abbildungen erläutert werden.

Über die letzteren mögen noch einige besondere Worte gesagt werden. Ich habe versucht, die zum großen Teil recht klaren Kristalle, in denen Einschlüsse in eigenartiger Orientierung eine wesentliche Rolle spielen, im durchfallenden Lichte in natürlicher Größe zu photographieren, und habe die erhaltenen Bilder autotypisch reproduzieren lassen. Ich hoffe, auf diesem Wege, unter Ausschluß des Zeichners und unter Verzicht auf rein kristallographische Projektionsfiguren, eine klare und instruktive Darstellung der natürlichen Verhältnisse, der Tracht und des Aufbaus, beziehungsweise des Wachstums der Gipszwillinge und ihrer Verwachsungsgruppen, nebst ihren eigenartigen Einschlüssen zu geben, wie sie meines Wissens in analoger Weise bisher weder an diesem, noch an einem anderen Mineral zur Anwendung gelangt ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

1. Zwillinge nach $\infty P\bar{\infty}$ von der Ziegelei „Moorhütte" bei Volkmarode.

Die wichtigste Fundstelle schöner Gipskristalle bei Braunschweig ist die Ziegeleigrube „Moorhütte" bei Volkmarode nordöstlich der Stadt, die in Tonen des oberen Neokoms, den bekannten *Brunsvicensis*-Tonen, liegt. Hier treten Anhäufungen kleiner, mittlerer und großer Gipskristalle auf, die teils ringsum ausgebildete Einzelindividuen, teils Zwillinge, teils Gruppen beider, zum Teil auch eng miteinander verbundene Einzelkristalle und Zwillinge bilden. Am bemerkenswertesten sind die Zwillingsbildungen. Das Grundgesetz, nach dem die Individuen hier verzwillingt sind, ist zwar das gewöhnlichste des Gipses, das sogenannte erste Gesetz, nach $\infty P\bar{\infty}$; aber sowohl die Art der Verwachsung und Durchdringung der Individuen, als auch die damit verbundenen eigentümlichen Erscheinungen des Aufbaus und Wachstums, sowie die fast stets vorhandenen Einschlüsse verleihen ihnen ein erhöhtes Interesse.

Eine große Zahl der bei der außerordentlichen Zähigkeit des Neokomtones nur mühsam zu gewinnenden Zwillinge entspricht im Grunde dem bekannten Bilde zweier sich im Klinopinakoid berührenden oder mehr oder weniger stark in einander gewachsenen Individuen dieses Zwillingsgesetzes, an denen die Flächen *p* und *f* vorherrschen, der ausspringende Winkel durch die Flächen *l*, der einspringende auch durch diese oder auch die ungleichmäßig gerundeten Flächen *o* oder, und zwar am häufigsten, durch *l* und *o* zusammen gebildet werden. Dabei können die Zwillinge bald kurz, bald länger, bisweilen auch sehr lang nach der *c*-Achse gestreckt sein. Oft findet man an diesen Zwillingen die Region des ausspringenden Winkels derart beschaffen, daß sie als abgebrochen oder von einer Basis losgelöst erscheint (Taf. II, Fig. 1—7). Die Bemühungen, Zwilling und Basis noch im Zusammenhange zu gewinnen, waren bald von Erfolg, aber es gelang nur bei größter Vorsicht, solche Gestalten, deren größte eine Länge von ca. 12 cm bei einer maximalen Breite, von Prismenkante zu Prismenkante gemessen, von ca. 7 cm erreichen, heil mit ihrer Basis aus dem zähen Ton zu lösen (Taf. II, Fig. 8—10). Die Basis besteht dann entweder aus einem größeren Einzelindividuum der gewöhnlichen Kombination *p f l* oder aus einer Gruppe solcher Individuen, aus denen oder dem der Zwilling herausgewachsen ist, indem er sich zugleich oft durch etwas dunklere Färbung von der klarer durch-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sichtigen, farblosen Basis abhebt, bald aber auch ebenso klar und durchsichtig ist, wie diese.

Bisweilen gehen von einem Basiskristall auch mehrere divergierende oder fast entgegengesetzt gerichtete solche Zwillinge aus (Taf. V), aber es ist besonders schwierig, solche Gruppen unzerbrochen zu gewinnen; sie mögen wohl häufiger sein, als es den Anschein hat, und sind jedenfalls um so besser zu erhalten, je geringer die Divergenz der Individuen einer solchen Gruppe ist, (Taf. V, Fig. 2—5) und je mehr eine der später zu schildernden Fächerform sich nähernde Anordnung eintritt (cf. pag. 24 ff. und Taf. VI).

Im allgemeinen besteht eine regellose Anordnung in dem Lagerungsverhältnis von Basiskristall und dem aus ihm sich erhebenden Zwilling (Taf. II, Fig. 8—10; Taf. III, Fig. 11). Bisweilen zeigt sich aber eine Neigung des einen Teils, sich der Stellung des anderen anzupassen (Taf. II, Fig. 12, 13), so daß schließlich eine parallele oder doch fast parallele Lagerung der entsprechenden Flächen von Basiskristall und Zwilling eintritt und insonderheit die Flächen p und f fast oder ganz in eine Ebene fallen. Diese Tendenz ist ganz unverkennbar, sie führt oft zu einer innigen Verwachsung von Basiskristall und Zwilling, indem der letztere sich auch den Dimensionen der Breite, d. h. von Prismenkante zu Prismenkante gemessen, und der Dicke, d. h. von Klinopinakoid zu Klinopinakoid gemessen, immer vollkommener anpaßt, so daß eine völlige Verschmelzung der Flächen p und f beider Teile eintritt, die sich aber, da ja ein Einzelindividuum mit einem Zwilling verwachsen ist, nicht auf die gesamte Gruppe erstreckt, sondern an einer Seite eine Lücke, einen von den l-Flächen beider Teile gebildeten einspringenden Winkel offen läßt (Taf. II, Fig. 11; Taf. III, Fig. 1—3, 5, 9). Hier liegen dann die f-Flächen des Zwillings im vollkommensten Falle genau in der Fortsetzung der f-Flächen des Basiskristalls; oder aber sie können mehr oder minder gegenüber den letzteren zurücktreten bezw. hinausgehen, auch wenn an der gegenüberliegenden Seite die Verschmelzung eine vollkommene geworden ist. Nicht selten kommt es auch zu einem gänzlichen oder fast gänzlichen Zuwachsen dieses einseitigen einspringenden Winkels und dadurch zu einer Einheitlichkeit der Gesamtgestalt, welche zunächst die Natur der Zwillingsbildung und der Verwachsung mit einem Basiskristall verbirgt (Taf. III, Fig. 4, 6—8, 10, 12, 13, 15—27). Diese Einheitlichkeit der Gestalt sieht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

man selten bei größeren Zwillingen, häufiger bei mittleren, am häufigsten bei den kleinen und kleinsten, an welchen letzteren der seitliche einspringende Winkel nur ausnahmsweise deutlich in die Augen springt. Diese gewinnen dadurch oft eine auffallende Linealgestalt.

An den größeren Zwillingen entsteht meistens eine Kristallgestalt, die man zunächst für einen Doppelzwilling halten könnte, die aber in Wirklichkeit durch solche Parallelverwachsung und teilweise innige Verschmelzung des Zwillings mit seiner kristallographisch einfachen Basis entsteht (Taf. II, Fig. 11; Taf. III, Fig. 1—3). Die größten Dimensionen, welche ich bisher an solchen verschmolzenen Formen beobachtete, betragen 14,5 cm in der Richtung der *c*-Achse, und zugleich 8,5 cm von Prismenkante zu Prismenkante gemessen (Taf. III, Fig. 1), die kleinsten wohl charakterisierten Zwillinge messen etwa 1 cm Länge; dazwischen liegen sehr zahlreiche vermittelnde Größen. Dabei nimmt der Basiskristall stets den vertikal sehr viel kleineren Raum ein, da er stark in der Richtung der *l*-Flächen verlängert zu sein und nur verhältnismäßig niedrige *f*- und *p*-Flächen zu besitzen pflegt, deren Höhe oft nur ein Viertel der Höhe der gleichen Flächen des mit ihm verbundenen Zwillings beträgt.

Manchmal ragen aus den unteren Flächen des Basiskristalls ein oder mehrere kleinere Kristalle in meistens ganz regelloser Stellung heraus (Taf. III, Fig. 1), bisweilen fallen aber auch die Flächen *p* dieser Parasiten mit der Richtung der *p*-Flächen des Basiskristalls und Zwillings ganz oder annähernd zusammen; auch kann ihre Größe zunehmen, so daß dann der Eindruck einer weiteren Basis, auf der die übrige kombinierte Kristallgestalt sich aufbaut, entstehen kann.

Eine weitere Eigentümlichkeit dieser Gestalten kann darin bestehen, daß der Zwillingskristall derselben, seltener auch der mit ihm verschmolzene Basiskristall, keinen gleichmäßigen Charakter besitzt, sondern einen durch Wachstumsintervalle bedingten Aufbau aus mehreren (Taf. II, Fig. 2; Taf. III, Fig. 1), bisweilen zahlreichen (Taf. III, Fig. 3), in völlig oder doch fast völlig paralleler Lagerung zu einander befindlichen und innig miteinander verwachsenen Zwillingsindividuen erkennen läßt, so daß der gesamte Zwillingskristall dann einen aus Zwillings-Subindividuen zusammengesetzten Zwillingskristallstock darstellt, dessen Teilindividuen sich besonders in der Richtung der *c*-Achse, welche die Hauptwachstumsrichtung bildet, eng an einander schließen. Man sieht infolge dieses Aufbaues

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

eines eigenartigen Zwillingskristallstockes öfter, ganz analog den bekannten Erscheinungen an größeren Individuen von Rauchquarz, Cölestin, Fluorit u. a. Mineralien, besonders in der Region der Kanten treppenartige Absätze in wechselnder Zahl und Größe, während die Mitte einheitlicheren Charakter bewahrt; doch kann auch sie eine ähnliche Zerlegung in Subindividuen besitzen und dadurch eine völlige Zerlappung des Zwillingsstockes in die Erscheinung treten, an dem dann die großen Flächen oft vielfach zusammengesetzt, getäfelt und geteilt erscheinen.

In allen bisher besprochenen Fällen ist es nicht zu einer Durchkreuzung der in Zwillingsstellung stehenden Individuen gekommen, sondern dieselben berühren sich nur in der Fläche $\sim P \overline{\sim}$ oder aber sie sind mehr oder minder stark, oft auch von den Seiten her, wie Karlsbader Zwillinge, in unregelmäßiger Fläche ineinander hineingewachsen. Der Fall der Entstehung von Durchwachsungszwillingen ist aber auch kaum seltener, als die bisher erörterten, nur geschieht allzuleicht, wie dort ein Loslösen des Zwillings von seiner Basis, so hier ein Durchbrechen der Durchkreuzungszwillinge ähnlicher Ausbildung in der durch die einspringenden Winkel der langen ff'-Flächen verdünnten und dadurch stark geschwächten Mittelregion. Bei den (pag. 3) erwähnten Zwillingen mit beschädigter Mitte der ausspringenden Winkel der l-Flächen bleibt es daher oft zweifelhaft, ob sie auf der Basis eines Einzelkristalls aufsitzende Zwillingsgestalten waren, oder ob sie ihre entsprechende Hälfte der Durchkreuzungsgestalt verloren haben. Beides ist sicherlich der Fall; von den längsten der losgelösten Zwillinge (Taf. II, Fig. 1) wird man das erstere, von den kürzeren (Taf. II, Fig. 2—7) bald das eine, bald das andere anzunehmen haben.

Es fehlt aber auch keineswegs an vollständig erhaltenen Durchkreuzungszwillingen, trotz deren oft sehr erheblichen Längendimensionen, indem es mir, als ich das Wesen dieser Zwillingsausbildung einmal erkannt hatte, unter Anwendung besonderer Vorsicht gelang, auch solche unbeschädigt in größerer Zahl und in allen Dimensionen aus dem zähen Ton herauszulösen. Neben Riesen bis zu 16 cm Länge und über 6 cm Breite (Taf. IV, Fig. 1) gibt es zahlreiche kleine und kleinste solcher Zwillinge (Taf. IV, Fig. 12—37), deren Eigentümlichkeiten aber noch bei weniger als Zentimeterlänge wohl erkannt werden können, und viele vermittelnde Größen liegen dazwischen (Taf. IV, Fig. 2—11). Meines Wissens

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sind derartige Gestalten in solcher Größe, Schönheit, Mannigfaltigkeit und Vollständigkeit bisher nicht bekannt geworden und nehmen daher besonderes Interesse in Anspruch.

Man gewinnt am besten das Verständnis für diese Formen, wenn man die an den oben beschriebenen Zwillingsgestalten gewonnenen Ergebnisse festhält und dann von der bekannten Form der Durchkreuzungs-Zwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ ausgeht, an welcher die Flächen *p*, *f* und *l* ziemlich gleichmäßige Ausbildung besitzen. Solche normal ausgebildeten Zwillinge sind in den Tonen der „Moorhütte" außerordentlich selten, doch liegt mir neben einigen schlechteren (Taf. I, Fig. 13) ein ganz ausgezeichnetes solches Exemplar vor (Taf. I, Fig. 11), an dem die drei Dimensionen 4,9 cm : 3,2 cm : 1,9 cm betragen und die oberen und unteren einspringenden Winkel kräftig, die seitlichen schwach von den *l*-Flächen gebildet werden. Daß solche Normalgestalten so selten sind, vermag nach dem oben Gesagten nicht Wunder zu nehmen, da man sieht, daß an der Lokalität eine starke Neigung der Zwillingskristalle besteht, in der Richtung der *c*-Achse weiter zu wachsen, sich sehr zu verlängern und nach dieser Hauptrichtung oft verhältnismäßig schmale, langgestreckte Gestalten herauszubilden.

Die Normalgestalten der Durchkreuzungs-Zwillinge dienten nun in gleicher Weise, wie der Einzelkristall der oben zuerst geschilderten Zwillinge, gewissermaßen als Basis, auf der hier meistens nicht nur nach einer Seite (Taf. III, Fig. 29, 30), sondern nach beiden entgegengesetzten Enden der *c*-Achse ein Weiterwachsen stattfand, oft unter derartiger Bevorzugung der *c*-Achsenrichtung, daß sehr lange und schmale, linealartige Gestalten entstanden, oft auch unter den mannigfachen, oben geschilderten Erscheinungen des Wachsens in Intervallen, der Parallelanlagerung der neu entstehenden Zwillingskristallsubstanz, besonders auch in der Breite, der Richtung der *b*-Achse, unter Entstehung treppenartiger bis zerlappter Formen des Subindividuenaufbaus. Dabei ergab sich in der Regel eine ziemlich gleichartige Ausbildung der beiden entgegengesetzten Richtungen dieser Durchkreuzungs-Zwillinge, bisweilen jedoch auch eine recht ungleichmäßige, indem die eine Seite kürzer als die entgegengesetzte blieb (Taf. IV, Fig. 8, 10), oder indem sie wohl in der Längendimension übereinstimmen, aber verschieden breit und dick ausfallen (Taf. IV, Fig. 5) oder andere Variationen sich herausbilden. Die als ursprüngliche Basis dienende Mittelregion tritt dabei als solche oft in die Erscheinung, indem man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

die Grenzen der medianen Normalgestalt noch mehr oder minder deutlich erhalten sieht; meistens verschwimmen die Grenzen aber mehr und mehr und verschmelzen völlig mit der anschließenden Kristallsubstanz. Die einspringenden Winkel selbst sind bald als kleinere oder größere Kerben deutlichst ausgebildet, oder aber sie wachsen fast oder völlig zu, so daß man hier äußerlich nichts von Zwillingsbildung erkennen kann, wie es besonders an kleinen, langen und dünnen Durchwachsungs-Zwillingen der Fall ist. Besonders wenn nun auch die distalen Enden keine einspringenden Winkel mehr zeigen, sondern gerade abgeschnitten, oder mit gerundeten Flächen oder in ganz unregelmäßiger Beschaffenheit erscheinen, ist es von vornherein kaum möglich, an solchen linealartigen, lang rechteckig umgrenzten Stücken das Wesen der Durchkreuzungs-Zwillinge zu erkennen und richtig zu deuten. Von manchen solchen Zwillingen mittlerer und kleiner Dimensionen gilt dies in besonderem Grade (Taf. IV, Fig. 9—12, 14, 16 etc.). In solchen Fällen tritt eine andere besondere Eigenschaft des inneren Aufbaus, welche in entsprechender Weise sämtlichen Zwillingskristallen der Lokalität eigentümlich ist, als Hilfsmittel der richtigen Erklärung ein, nämlich die Art der Ausbildung von tonigen Einschlüssen in den Zwillingskristallen.

Einige wenige Durchwachsungs-Zwillinge lassen, wie oben schon erwähnt wurde, ein Weiterwachsen der mittleren Normalgestalt nur nach einer Seite erkennen, während die andere die ursprüngliche kurze Schwalbenschwanzform bewahrt hat (Taf. III, Fig. 29, 30). Zugleich treten solche Gestalten in nahe Beziehung zu den oben (pag. 4, 5) geschilderten Zwillingen mit verschmolzenem Basiskristall, indem sich an letzteren eine schwächere oder stärkere Durchwachsung der beiden Individuen zu erkennen geben kann, wie dies besonders an dem Taf. III, Fig. 28 abgebildeten Zwilling und ähnlich an einigen kleinen und kleinsten derartigen Gestalten der Fall ist (Taf. III, Fig. 20, 24).

Sodann ist hier noch das besondere Verhalten der Region der einspringenden, an den distalen Enden durch die Flächen *l* und *o* gebildeten Winkel zu schildern, die in ganz entsprechender Weise, wie an den Durchkreuzungs-Zwillingen, so auch am distalen Ende der Berührungszwillinge beschaffen ist. Verhältnismäßig selten kommt es hier (Taf. III, Fig. 2) zu einer Ausbildung, wie die Normalgestalten der Berührungs- und Durchkreuzungs-Zwillinge des Gipses mit den Flächen *f*, *l* und *p* sie zu besitzen pflegen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an denen nur die Flächen *l* und *l'* eine stark einspringende Kerbe von 104° 58′ bilden (Taf. I, Fig. 11, 13); vielmehr beteiligen sich meistens vorwiegend die gerundeten Flächen *o* und *o'* an deren Ausbildung, so daß es dann bei einheitlicher Ausbildung der Flächen *o* und *o'*, da diese mit der *c*-Achse einen fast rechten Winkel bilden, zu einer einzigen zusammenfließenden, meist etwas gewölbten Fläche beider Individuen kommt (Taf. II, Fig. 3—5, 11; Taf. III, Fig. 4, 9; Taf. IV, Fig. 4, 7, 15—29 u. a.), in deren Mitte man die Zwillingsnaht mehr oder minder deutlich erkennt. Die Zwillinge erhalten dadurch eine oft fast rechtwinklige Begrenzung, und der gesamte Umriß der Durchkreuzungsgestalten wird dann ein rechteckiger mit langen scharfen Seitenkanten und unregelmäßigeren kurzen Endkanten.

Meistens ist aber die Unregelmäßigkeit an den Enden der Zwillinge noch durch zweierlei Umstände wesentlich erhöht, einmal dadurch, daß oft nicht nur die Flächen *o* und *o'*, sondern mit ihnen *l* und *l'* auftreten, von denen letztere dann besonders an den Grenzen zu den Flächen *p* beider Individuen und dort am deutlichsten im Innersten des einspringenden Winkels in die Erscheinung treten, so daß ein Teil der Endbegrenzung durch die leidlich ebenen Flächen *l* und *l'*, ein Teil durch die stets krummen Fläehcn *o* und *o'* gebildet wird (z. B. Taf. II, Fig. 10, 13; Taf. III, Fig. 1; Taf. IV, Fig. 2 und viele andere). Dazu kommt zweitens eine fast stets zu beobachtende Eigenart des Wachstums und Aufbaus, indem die Endbegrenzung der Zwillinge polysynthetisch aus mehreren bis vielen Subindividuen zusammengesetzt zu sein pflegt, deren Umgrenzungen bald deutlich sichtbar sind, bald mehr oder weniger verschwimmen (cf. Taf. IV, Fig. 5 u. a.). Dieser Aufbau erklärt sich in der Weise, daß ein frühes Wachstumsstadium des Zwillings eine lange schlanke Form besaß, wie solche für sich allein auch zahlreich vorliegen, und bei fortschreitendem Wachstum die Anlagerung der Kristallsubstanz weniger nach der Vertikalen, als senkrecht zu derselben stattfand, also ein Breiten- und Dickenwachstum an die Stelle des ihm vorangehenden Längenwachstums trat. Dadurch wurde der ältere Kern von einer wechselnden Anzahl jüngerer, in Intervallen erfolgter, ihm und einander paralleler Lagen umhüllt, die bald die Grenzen des ersten Wachstumsstadiums in vertikaler Richtung um ein Geringes überschritten, bald ihm gleichkamen, bisweilen auch gegen dasselbe zurückblieben. In letzterem Falle (Taf. III, Fig. 3, 7, 8, 14; Taf. IV, Fig. 1 u. a.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

ragt der erste schlanke Zwilling aus seinen umgebenden Lagen noch ein Stück heraus und die folgenden Lagen schließen sich ihm allseitig treppenartig auf- oder absteigend an, wobei der Kernzwilling nicht genau in der Mitte zu liegen braucht, sondern sehr oft seitlichere oder gar ganz randliche Lage einnehmen kann und dadurch anzeigt, daß das Wachstum nicht durch allseitig gleichmäßige, sondern durch oft stark ungleichmäßige Anlagerung der jüngeren Substanz vor sich gegangen sein muß. Zwischen diesem ungleichmäßigen und oft treppenartigen Bau der Endbegrenzung der Zwillinge und der oben geschilderten Staffelung und Zerlappung der übrigen Teile derselben infolge ungleichmäßigen Wachstums bestehen alle möglichen Verknüpfungen, da beide Erscheinungen ja die gleiche Ursache haben und sich in entsprechender Weise an den Flächen und Kanten ausdrücken müssen.

Es ist nun keineswegs in jedem Falle leicht, das Altersverhältnis der einzelnen Lagen, Staffeln und Fortwachsungen eines solchen Zwillings zueinander genau festzustellen; vielmehr herrscht auch in dieser Beziehung keine Einheitlichkeit, und sehr ähnliche Endstadien können auf verschiedenem Wege entstehen, nämlich nicht nur nicht allein auf dem geschilderten Wege, sondern auch durch jüngere Sprossung, indem aus der Mitte des einspringenden Winkels eines Zwillings ein schlanker jüngerer Zwilling in parallelen Richtungen herauswächst (Taf. I, Fig. 12; Taf. III, Fig. 10), der nun seinerseits wieder einen entsprechenden Nachkommen hervorbringen und zugleich von jüngeren seitlichen Lagen umwachsen werden kann, so daß die Gesamtgestalt schließlich wieder einheitlicher erscheint (Taf. III, Fig. 12). Solche jüngere Sprossenbildung, wie sie in etwas anderer Weise von St. Kreutz[1]) an Zwillingen des Kalkspats, von Goldschmidt[2]) an solchen des Cerussits beschrieben worden ist, darf also nicht mit den ganz ähnlich aussehenden Hervorragungen im einspringenden Winkel, die durch Zurückbleiben der umgebenden jüngeren Wachstumslagen zu erklären sind, verwechselt werden; es ist hier aber, wie gesagt, durchaus nicht immer leicht, die sichere Entscheidung zu liefern, zumal wenn sich beide Wachstumsvorgänge an demselben Zwilling miteinander mischen.

[1]) St. Kreutz, Über die Ausbildung der Kristallform bei Calcit-Zwillingen (Denkschr. d. Wien. Akad., mathem.-nat. Kl., 80, 1906).

[2]) V. Goldschmidt, Zur Theorie und Diskussion der Zwillinge (N. Jahrb. f. Min. etc., B.-B. XV, 1902, p. 562).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bemerkenswert ist auch die Eigentümlichkeit mancher Zwillinge, an ihrem distalen Ende ein Weiterwachsen nur in der Randregion und nicht auch in der Mitte der Endbegrenzung zu zeigen, und zwar meistens dann auch nur an einer Seite, oder doch stärker an einer Seite, die in solchem Falle in dünner Lamelle vorgeschoben erscheint, so daß die übrigen Teile dagegen zurückbleiben (Taf. II, Fig. 1, 7; Taf. III, Fig. 11 u. a.), sich bisweilen in treppenartiger Abstufung aufbaut, oder auch so, daß die Mitte geradezu ausgehöhlt erscheint, wenn zugleich auch die gegenüberliegende Randregion weitergewachsen ist. Man kann sogar an den vorspringenden Rändern der weiter zurückliegenden Wachstumsstadien bisweilen ein ähnliches Weiterwachsen in der Richtung der *c*-Achse beobachten. Dieses Weiterwachsen dort oder am distalen Ende kann nun, einem Subindividuen-Aufbau entsprechend, ungleichmäßig erfolgen, so daß zackige und gelappte Konturen entstehen (Taf. II, Fig. 7). Es herrscht hier also eine große, fast unerschöpfliche Mannigfaltigkeit der Wachstumserscheinungen.

Ferner bietet ein besonders gutes Hilfsmittel der Beobachtung und Untersuchung auch die Eigenart gewisser Toneinschlüsse in den Zwillingen. Von diesen soll nunmehr ausführlicher gesprochen werden.

Tonige Einschlüsse in Gipskristallen sind ja überhaupt etwas sehr Gewöhnliches, und auch unter den Einzelindividuen wie Zwillingsgestalten von der „Moorhütte“ ist kaum ein einziges Stück, welches solche nicht in größerer oder geringerer Deutlichkeit und Regelmäßigkeit, besonders nach *o*, erkennen ließe. Wenn hier auch besonders von den Eigentümlichkeiten der viel interessanteren Zwillinge die Rede ist, mag doch auch der Ort sein, entsprechende Eigenschaften der Einzelkristalle zu erwähnen und im Bilde wiederzugeben. So sind auf Taf. I, Fig. 1—10 mehrere Einzelkristalle, an denen bald die Flächen *l*, bald *p* vorherrschen, und die sich zum Teil durch wundervolle Klarheit und Durchsichtigkeit auszeichnen, abgebildet worden, wo die Einlagerung toniger Substanz nach der Richtung von *o* sehr deutlich in die Erscheinung tritt und eine eigentümliche Anhäufung dieser eingelagerten Tonsubstanz an den zwei gegenüberliegenden spitzen Ecken oder diesen entsprechenden älteren Wachstumsstadien stattgefunden hat. Die Abbildungen geben die Einschlüsse wieder, wie sie sich einerseits in der Aufsicht auf die vorherrschenden *l*-Flächen, in der Richtung der Symmetrieebene gesehen, darstellen (Taf. I,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 1—6), und andererseits senkrecht auf die Flächen *p* betrachtet (Taf. I, Fig. 7—10), wodurch die kristallographische Lagerung der Tonsubstanz nach $\frac{1}{3}P\overline{\infty}$ (*o*) klar in die Erscheinung tritt.

Die Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ zeichnen sich nun dadurch aus, daß sie solche Einschlüsse von Ton in besonders eigenartiger Anordnung und Form, ähnlich den von SCHARFF abgebildeten und besonders denen, die WIEGERS[1]) an Gipszwillingen aus Ton des Rotliegenden von Trotha bei Halle beschrieben hat, aber viel schöner und vollkommener enthalten. Nach WIEGERS handelt es sich dort um einen Streifen grünlichen Tons, der im Innern des Zwillings in der Mitte in der Richtung der *c*-Achse verläuft und nach beiden Seiten in verschiedenen Abständen blattartige Abzweigungen absendet, die auf den Flächen der negativen Pyramide liegen und vermutlich den jeweiligen Anfang einer neuen Periode des Weiterwachsens bedeuten. An den Zwillingen von der „Moorhütte" ist die Anordnung der eingeschlossenen Tonsubstanz zwar eine ganz ähnliche, aber die Form der grauen Tonmasse ist hier ausgeprägt kegelförmig mit annähernd elliptischem Querschnitt, entsprechend dem Umriß der Wachstumsstadien und deren Breiten- und Dickendimension (Taf. II, III). Dieser Tonkegel beginnt äußerst fein und verbreitert sich im allgemeinen mit dem fortschreitenden Wachstum des Zwillings in der Richtung der *c*-Achse, er setzt aber in den Fällen, in welchen größere Wachstumsintervalle eintreten und ein neues, in der Regel wieder dünneres Subindividuum die Zwillingsgestalt fortsetzte, plötzlich ab und beginnt wieder von neuem (Taf. II, Fig. 5, 6, 9; Taf. III, Fig. 11). Dieses Absetzen und Neuaufsetzen kann sich mehrmals übereinander wiederholen (Taf. II, Fig. 1; Taf. III, Fig. 12). Außerdem sind die von WIEGERS[2]) erwähnten und abgebildeten, den Richtungen der *l*-Flächen entsprechenden, beiderseits abzweigenden Tonstreifen auch hier fast stets in wechselnder Zahl und Stärke vorhanden.

Ein solcher Tonkegel ist nun an den Zwillingen der ersten Ausbildung, bei welchen der Zwilling sich aus der Basis eines Einzelindividuums oder einer Gruppe solcher erhebt, ein einfacher und zeigt an den oben geschilderten Gestalten, welche eine Verschmelzung des Zwillings mit dem ihm parallel gelagerten Basiskristall besitzen, in seinem Beginn innen die Stelle an, wo der

[1]) F. WIEGERS, Über Ätzungserscheinungen an Gips, pag. 267 ff. (Zeitschr. f. Naturw., Bd. 73, Stuttgart 1900).

[2]) loc. cit. pag. 273. Taf. IV.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zwillingsbau an die Stelle des Einzelkristalls tritt (Taf. III, Fig. 4—10, 12, 13, 15—28). Ist aber der Zwilling ein nach beiden Seiten verlängerter Durchkreuzungszwilling der zu zweit geschilderten Art, so ist kein einfacher, sondern ein Doppelkegel von Tonsubstanz eingelagert, welcher seinen Ursprung inmitten des Zwillings nimmt und sich dann nach den beiden entgegengesetzten Richtungen der *c*-Achse allmählich verbreitert, so daß eine sehr eigentümliche, meist schlank sanduhrförmige Gestalt desselben entsteht (Taf. IV, Fig. 2—37), welche den Durchkreuzungszwillingen niemals fehlt und sie unter allen Umständen mit vollkommener Sicherheit von den bisweilen sehr ähnlichen Zwillingen des ersten Typus unterscheidet, selbst wenn Auflösung, Korrosion oder sonstige Beeinträchtigungen der äußeren Umgrenzung die Form verändert und die sichere Deutung derselben erschweren und kristallographisch ziemlich unmöglich gemacht haben. So erkennt man also insbesondere an den oben erwähnten, dünnen, lang rechteckigen Gestalten mit geradlinigen, gerundeten oder unregelmäßigen Endigungen und zugewachsenen seitlichen Kerben trotzdem auf den ersten Blick ihre Natur als Durchkreuzungszwillinge an der Einlagerung der schlank sanduhrförmigen Doppelkegel von Tonsubstanz, die bald nur ganz zart angedeutet, bald, besonders an den größeren Durchwachsungszwillingen, kräftiger bis sehr kräftig zur Ausbildung gelangt sind, und hat damit ein vortreffliches Mittel gewonnen, die Zwillinge des zweiten Typus von denjenigen des ersten Typus zu unterscheiden, auch wenn andere Kennzeichen versagen.

Auch in anderer Richtung liefert die Ausbildung der Tonkegel uns erwünschten Aufschluß über die Art, wie das Wachstum mancher derartiger Zwillinge vor sich gegangen ist, nämlich ob sie ihre Endgestalt wesentlich durch eine in kleineren Intervallen erfolgte Anlagerung von Kristallsubstanz in seitlicher Richtung unter Ausschaltung der Vertikalen gewonnen haben, oder ob ein sekundäres Herauswachsen aus den distalen einspringenden Winkeln in wesentlich vertikaler Richtung erfolgt ist, dem sich dann erst später ein Breiten- und Dickenwachstum anschloß. In solchen Fällen, in welchen, wie oben schon gesagt, eine völlige, einmalige oder mehrfache Erneuerung des Tonkegels stattfand (Taf. II, Fig. 1, 5, 6, 9 usw.), kann es sich nur um den letzteren Fall handeln. Ist der Tonkegel dagegen nicht derart zusammengesetzt und erneuert sich nicht, sondern bleibt im wesentlichen einheitlich, so ist die erstgenannte Wachstumsweise anzunehmen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Tonkegel ist aber außerdem, mag er sich erneuern oder nicht, sehr oft noch in anderer Weise ungleichmäßig gestaltet und deutet dadurch an, daß das Wachstum des Zwillings nicht gleichmäßig, sondern bald rascher, bald langsamer, bald mehr in der *c*-Richtung, bald senkrecht zu dieser, vor sich ging, da der Tonkegel sich nach Strecken langsamer Dickenzunahme oft plötzlich um ein Erhebliches verbreitert, so plötzlich, daß man auf ein nach vorherigem Zurücktreten des Breiten- und Dickenwachstums des Zwillings eingetretenes rasches und alleiniges Wachstum nach diesen Richtungen und ein zeitweiliges Aufhören des Längenwachstums schließen muß. Betrachtet man Abbildungen, wie Taf. II, Fig. 3—7, 10, 12, Taf. III, Fig. 7, 9, 13, 14, Taf. IV, Fig. 5 usw., so wird man aus diesen und anderen auf einen steten Wechsel von Längen- und Dickenwachstum der Zwillinge schließen müssen.

Es lohnte sich ferner, diese Tonkegel auch bezüglich ihres feineren Aufbaues noch genauer mit der Lupe und unter Zuhilfenahme des Mikroskopes zu untersuchen, indem sich dadurch interessante Verhältnisse des Aufbaues und Wachstums derselben ergaben. Besonders die kleinsten und daher klarsten und durchsichtigsten Zwillinge eignen sich zur Erkennung der feineren Strukturverhältnisse in besonderem Grade, da an ihnen die Tonsubstanz so zart und fein der Kristallmasse beigemengt zu sein pflegt, daß man ihren komplexen Aufbau oft deutlich erkennen kann. Sie setzt sich nämlich fast stets deutlich aus zwei verschiedenartigen Elementen zusammen, nämlich in erster und wichtigster Linie aus feinflockiger Tonmasse, welche in feinsten aufeinander folgenden Lagen in der Richtung der *o*-Flächen der Zwillingsindividuen abgelagert ist, und zweitens solcher von meist derberer, dunklerer Beschaffenheit, welche den von Wiegers an Zwillingen von Trotha bei Halle beobachteten blattartigen Einlagerungen nach *l* entspricht und seitlich über die Grenzen des eigentlichen Tonkegels hinausgehen kann, so daß dessen Grenzkonturen allein durch die ersteren Tonlagen bedingt werden. Verglich schon Wiegers (l. c. p. 275) die nach *l* eingeschalteten Lagen mit den Jahresringen der Bäume, so trifft ein solcher Vergleich noch weit vollkommener auf die Lagenstruktur der nach *o* orientierten Tonmasse zu, da diese nicht in so groben und unregelmäßigen Absätzen, wie auch Wiegers jene wiedergibt, auftreten, sondern in feinsten, vollkommen parallelen Lagen, deren Dicke am Beginn des Kegels höchstens 0,25 mm beträgt und im weiteren, vorzugs-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weise in der *c*-Richtung vor sich gehenden Wachstum der Zwillinge immer mehr abnimmt, so daß bei einer Länge von wenigen Zentimetern schon 10—20 Lagen auf den Raum eines Millimeters fallen und bei weiterem Wachstum die Feinheit der Lagen immer mehr zunimmt. Mit Hülfe der Lupe oder unter dem Mikroskop sieht man eine Folge dunkler Striche, die sich, entsprechend der anfänglichen Dünne des Zwillings und des in ihm beginnenden Tonkegels, aus Punkten entwickeln, und zwischen ihnen helle oder doch hellere Streifen, die einem Fehlen oder Zurücktreten von Tonsubstanz entsprechen und an Breite kaum gegenüber den dunkleren Tonstreifen zurückstehen. Entsprechend der von dem Winkel von 90° zur *c*-Achse um 3° abweichenden Richtung der *o*-Flächen, nach denen diese Tonstreifen orientiert liegen, erscheinen die Streifen, sobald sie eine gewisse Länge in der Querrichtung des Zwillings gewonnen haben, nicht als völlig gerade Linien, sondern als ganz schwach konvexe Bögen, wie auch die Endigung der Zwillinge bei gleichmäßig erhaltener Ausbildung der *o*-Flächen leicht gekrümmt zu verlaufen pflegt. In der Tat kann es keinen treffenderen Vergleich dieser Lagenstruktur geben, als den mit den Jahresringen eines Baumes.

Abgesehen von diesem äußerst regelmäßigen Aufbau der Tonkegel aus parallelen, allmählich feiner werdenden Lagen tritt nun in gröberem Maßstabe oft eine ungleich starke Verteilung der Tonmasse derselben in die Erscheinung, indem breitere Bänder des Kegels sich durch reichere und daher dunklere Tonsubstanz von helleren, tonärmeren abheben und somit sich größere Intervalle zu erkennen geben, die dem Auge den feineren Lagenbau verschleiern, so daß man zunächst nur diese gröberen Unterbrechungen des Wachstums annehmen möchte, wie sie sich in der Regel sogleich an kleinen Zwillingen (Taf. III, Fig. 16—19, Taf. IV, Fig. 12, 30, 33) darbieten. Das Bild des feinen Lagenbaues wird schließlich auch dadurch verundeutlicht oder ganz unsichtbar, daß bei zunehmendem Wachstum der Zwillinge und gesteigerter Zufuhr von Tonsubstanz die einzelnen Lagen immer dünner und zuletzt zu fein werden, als daß sie noch innerhalb der zugleich stetig dichter, dunkler und gleichmäßig undurchsichtig werdenden Tonmasse unterschieden werden könnten. Obwohl auch die Zuhilfenahme des Mikroskops dann das Bild nicht mehr deutlicher machen kann, ist im Grunde doch mit Gewißheit eine Fortsetzung des an den früheren Wachstumsstadien fest-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gestellten Lagenbaues der Tonkegel mit progressiv fortschreitender Verdünnung der Lagen anzunehmen, die demnach an größeren Zwillingen sicherlich auf insgesamt mehrere Tausende an Zahl zu schätzen sind.

Noch ein Umstand tritt der Beobachtung in dieser Richtung hindernd entgegen, läßt aber andererseits zugleich die komplexe Natur des Tonkegels erkennen. Neben den flockigen parallelen Lagen nach *o* besteht derselbe fast stets auch aus den erwähnten feinen, nach *l* eingeschalteten Blättchen von Ton, welche von der Mitte des Tonkegels nach beiden Seiten ausgehen und die Lagenstruktur durchqueren. Zum Unterschiede von letzterer sind sie viel unregelmäßiger verteilt und so verschieden stark an Zahl und Masse des Tons, daß sie bald nur andeutungsweise unter dem Mikroskop als solche neben den parallelen Lagen zu erkennen sind, bald reichen Anteil am Aufbau des Kegels nehmen, bald auch so zunehmen, daß sie schließlich den Lagenbau dem Auge völlig entziehen und neben einer dunkeln, die Kegelform noch ziemlich deutlich wiederspiegelnden Hauptmasse zahlreiche seitliche Abzweigungen in ungleichmäßiger Anordnung zeigen, ähnlich wie an den von Wiegers abgebildeten Zwillingen von Trotha. Im allgemeinen ist solche Einschaltung von Tonlamellen nach *l* bei kleinen und kleinsten Zwillingen schwach entwickelt, so daß dann die Lagenstruktur durch sie kaum verundeutlicht wird; aber es gibt auch hier schon Ausnahmen. Je größer und breiter der Zwilling nun wird, desto mehr pflegen die dunklen Tonlagen der *l*-Richtung in den Vordergrund zu treten und desto unschärfer werden dann die Grenzen des Tonkegels und desto undeutlicher sein Lagenbau, der bald völlig unsichtbar wird oder doch nur an einzelnen, zufällig aufgehellten Stellen noch in die Erscheinung treten kann. Unten wird in anderem Zusammenhange nochmals auf den Aufbau der Tonkegel zurückzukommen sein.

Die Gesamtform der Tonkegel ist von der Gesamtgestalt des Zwillingskristalls abhängig. Schlanke lange Zwillinge haben daher einen entsprechend schlanken, einfachen oder doppelten Tonkegel, kürzere und breitere lassen auch den eingeschlossenen Tonkegel entsprechend gestaltet erscheinen, indem stets vom Beginn des Kegels, der den Beginn der Zwillingskristallbildung anzeigt, entweder gerade oder, wie an kürzeren und breiten Zwillingen, schwach konkave Grenzlinien desselben zu den äußeren Grenzen der distalen Endigungen des Zwillings verlaufen und in jedem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Punkte dieser Linie anzeigen, welche Dimensionen in Länge und Breite damals der Zwilling in seiner Entwicklung besaß, und welche Intervalle in seinem Wachstum eintraten (cf. pag. 5—7).

Auffallend ist, daß abgesehen von den erwähnten großen Intervallen, an welche sich eine völlige Erneuerung des Zwillings und seines Tonkegels aus dem Innern des distalen einspringenden Winkels knüpft, die äußere Umgrenzung aller Wachstumsstadien sich insofern gleichblieb, als offenbar keine früheren Flächen anderer Art, jedenfalls nicht solche von wesentlichem Umfang, zuwuchsen und keine neuen in die Erscheinung traten. Diese außerordentliche Gleichmäßigkeit, die Beharrung in der zuerst entstandenen kristallographischen Umgrenzung, läßt trotz aller während des Wachstums auftretender Intervalle, bei aller Verschiedenheit des Volumens der großen, am Subindividuen- und Parallelverwachsungs-Bau zu erkennenden Wachstumslagen, doch auf Gleichförmigkeit der physikalisch-chemischen Bildungsbedingungen und -Verhältnisse aller dieser Zwillinge schließen (cf. pag. 42).

Abgesehen von den geschilderten Toneinlagerungen in Form einfacher und doppelter, sanduhrförmiger Kegel enthalten fast alle Zwillinge etwas größerer Dimensionen noch weitere Einlagerungen von Tonsubstanz nach den Flächen *o*, die ohne unmittelbaren Zusammenhang mit der Tonsubstanz der Kegel zu stehen pflegen, auch wenn sie sich seitlich unmittelbar an letztere anschließen, die oft auch durch tonfreie Zwischenräume von ihnen getrennt sind. Sie durchziehen in einzelnen dünnen Lagen oder gehäuft die größeren Zwillinge in querer Richtung und können bei stärkerer Zunahme der Tonmenge eine zunehmende bis vollkommene Trübung der Kristallsubstanz hervorrufen, die dann, von etwaigen kleinen tonfreien Partien abgesehen, kein Licht mehr hindurchläßt. Fast alle abgebildeten Zwillinge mittlerer und größerer Dimensionen besitzen diese Tonlagen in deutlich erkennbarer Orientierung nach *o*. In den Zwillingen Taf. II Fig. 8, Taf. III Fig. 3 und Taf. IV Fig. 1 ist sie bis zu starker Undurchsichtigkeit der Kristalle angereichert. Des öfteren sieht man, daß die über die Grenzen des eigentlichen Tonkegels hinausgehenden, nach den *l*-Flächen eingelagerten Tonschmitzen sich in den nach *o* orientierten Tonlagen fortsetzen, ganz entsprechend dem häufigen Zusammenfließen der *o*- und *l*-Flächen an den Endigungen der Zwillinge. Der Umstand, daß diese Toneinlagerungen nach *o* nicht den Richtungen der vollkommensten Spaltbarkeit folgen, deutet darauf hin, daß auch sie,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gleich den Tonkegeln, nicht nachträglich eingewandert sind, sondern sich unmittelbar bei dem fortschreitenden Wachstum der Zwillinge gebildet haben und gewissen Wachstumsintervallen derselben entsprechen.

Alle die geschilderten, durch Bevorzugung der *c*-Richtung, durch Parallelanlagerung und Toneinlagerungen der besonderen Art gekennzeichneten Berührungs- und Durchwachsungszwillinge mögen in der Natur nicht so selten sein, wie es zunächst den Anschein hat; denn nachdem die Klarheit ihrer Entstehungsweise an den schönen Zwillingen der „Moorhütte" erkannt war, habe ich entsprechende Zwillinge mit ähnlichen Tonkegeln auch von einer Reihe anderer Lokalitäten unterkretazischer und jurassischer Tone Braunschweigs und Hannovers gefunden, ohne daß freilich die Vollkommenheit des ersteren Vorkommens je erreicht würde. Auch die von Wiegers l. c. beschriebenen Zwillinge von Trotha tragen im Grunde ganz denselben Charakter, den Wiegers auch ganz richtig deutete, obwohl es ihm nicht gelang, dort vollständige Durchwachsungszwillinge, an denen der Tondoppelkegel hätte gesehen werden können, oder vollständige Zwillingsgruppen, deren Vorkommen er voraussetzte, aufzufinden.

Der Hinweis dieses Autors auf die von Klien[1]) auf künstlichem Wege erhaltenen mikroskopisch kleinen Gipskristalle vom Charakter treppenartig aufgebauter Durchkreuzungszwillinge, die, nach $\infty P \overline{\infty}$ tafelförmig ausgebildet, erscheinen, „als ein Gemäuer, das sich durch Auflagerung neuer Massen auf die Längsfläche vergrößert, wobei der einspringende Winkel erhalten bleibt", gewinnt durch die Feststellung großer bis größter natürlicher Zwillinge ähnlichen Aufbaues wesentlich an Bedeutung. In der Tat gleichen gerade die größten Durchkreuzungszwillinge von der „Moorhütte" von 11—16 cm Länge bei 5—8 cm Breite (Taf. IV, Fig. 1) zum Teil vollkommen den von Klien auf seiner Tafel in Fig. 6 und 7 wiedergegebenen Formen, sowohl was die unzweideutigen Durchkreuzungszwillinge unter ihnen, als auch deren einzelne Hälften anlangt. Der treppenartige, zerlappte oder parkettierte Aufbau an allen Kanten und Flächen, bisweilen unter Verjüngung nach den beiden entgegengesetzten Enden, ist in besonders starkem

[1]) P. Klien, Beiträge zur Kenntnis des Gipses (Studien aus dem mineralog. Mus. d. Universität Kiel, Nr. 5, in Poggendorfs Annalen d. Physik u. Chemie, Bd. 7, 1876, pag. 611 ff.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Maße den Riesen, wie den Zwergen in gleicher Weise eigentümlich, während die Mittelgrößen im allgemeinen einheitlichen Aufbau, keine so starke Zerlappung und Zergliederung in Subindividuen zu besitzen pflegen, wenn unter ihnen auch mehr oder minder stark zerlappte Gestalten nicht fehlen.

KLIEN gab der Auffassung Ausdruck, daß bei Verzögerung und Hinderung der Kristallbildung durch Änderung der Lösung und die Beschaffenheit des Objektträgers die Zwillingsbildung befördert werde, da im Reagenzglase solche in weit geringerer Zahl entstünden, und schloß daraus: „bei den einfachsten Bedingungen erhält man einfache, flächenarme Kristalle, bei komplizierteren Bedingungen Zwillinge". Mit gewissen Vorbehalten könnte diese Auffassung, vorausgesetzt, daß sie sich als richtig erwiese, auch auf die viel langsamer gebildeten, großen natürlichen Einzelkristalle und Zwillinge angewandt werden, bei denen nicht nur der verschiedene kristallographische Charakter, sondern auch die Färbung und der Charakter der Einschlüsse auf in gewisser Weise veränderte Entstehungsbedingungen hinweisen würden.

Wir kommen damit auf ein schwieriges und noch wenig geklärtes Gebiet, dem sich zwar grade in neuerer Zeit mehrfache mehr theoretische als praktisch begründete Erörterungen verschiedener Autoren gewidmet haben, das aber jedenfalls mit besonderer Vorsicht zu behandeln ist. Hier mag zunächst nur soviel gesagt werden, daß die Annahme KLIEN's neuerdings von O. MÜGGE [1]) nicht geteilt, sondern gradezu widerlegt worden ist, da sich diesem Autor aus reiner Lösung erhaltene Kristalle von Gips als fast sämtlich verzwillingt ergaben, während durch Gummi arabicum verdickte Lösung nur einfache Kristalle lieferte. Es fehlt eben, worüber mit Recht geklagt wird, an den nötigen Beobachtungen in der Natur und vielfach auch an der Möglichkeit, solche mit den Laboratoriumserfahrungen und theoretischen Erwägungen und Folgerungen in rechten Einklang zu bringen. In diesem Zusammenhange darf mit dem Wunsche an die heutigen, begreiflicherweise vorwiegend der physikalisch-chemischen Laboratoriums- und der theoretischen Studierzimmerarbeit zugewandten Mineralogen nicht zurückgehalten werden, sich zugleich noch mehr, als bisher geschehen, den Verhältnissen, unter welchen die Natur arbeitet und

[1]) Über die Zwillingsbildung der Kristalle (Fortschritte der Mineralogie usw. Bd. I, 1911, p. 56).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

gearbeitet hat, durch möglichst eingehende Beobachtung der sich draußen im Felde in Aufschlüssen mannigfachster Art, ferner in Salinen, Bergwerken usw. darbietenden Vorkommnisse zu widmen. Im Schlußabschnitte dieser Abhandlung wird, nachdem noch einige weitere und andersartige Vorkommnisse des Gipses besprochen worden sind, auf solche allgemeinen Erwägungen und den Anhalt, den die Art des natürlichen Vorkommens der hier beschriebenen Gipskristalle für solche etwa zu bieten vermöchte, zurückzukommen sein.

2. „Fastzwillinge" und Fächergruppen von der „Moorhütte".

Schrauf[1]) beschrieb von Shotover Hill bei Oxford eigentümliche Durchkreuzungsexemplare von Gips, die zu mehreren, bis 8, um einen zentralen Zwillingspunkt eines primären Kristalls gelagerte bezw. von diesem ausgehende Kristalle zeigen, so daß der Eindruck von Durchkreuzungs-Zwillingen eines vielleicht versteckten neuen Zwillingsgesetzes entsteht. In dem besonderen, von Schrauf auf Taf. I abgebildeten und näher erörterten Fall einer Annäherung der äußeren Form an die eines Durchkreuzungs-Zwillings nach $\infty P\overline{\infty}$ handelt es sich um drei Individuen, deren eigentümliche Stellung Schrauf zum Anlaß nimmt, den Begriff eines Zwillingskristalls überhaupt zu erweitern und für diesen besonderen Fall ein neues Zwillingsgesetz aufzustellen, dem eine kristallographische Fläche als Zwillingsfläche abgehen und dafür eine Drehungsachse senkrecht auf (130) und ein bestimmter Drehungswinkel von 60° um diese Achse eigentümlich sein soll. Die Abbildung 3 bei Schrauf zeigt, daß die Pinakoidflächen nicht völlig zusammenfallen und die sich zu einem zweiten Kristall ergänzenden Nebenindividuen eine gegen das Hauptindividuum etwa um 25° nach links gedrehte Stellung einnehmen. Es scheint mir richtiger, an Stelle eines neuen, doch recht erkünstelten Zwillingsgesetzes, das ja für jede kleine Winkeländerung der Durchwachsung eine neue Form erhalten müßte, hier lieber eine unvollkommene Zwillingsbildung, einen „Fastzwilling" anzunehmen, welcher in diesem Falle die Stellung des normalen Durchkreuzungs-Zwillings nach $\infty P\overline{\infty}$ nicht voll erreicht hätte.

[1]) Mineralog. Beobachtungen II, 11, Zwillingskristalle von Gips (Sitzgsber. d. k. Akad. d. Wiss., mathem.-physik. Kl., Bd. 63, Abt. I, Heft 3, p. 157, Wien 1871).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ähnliche Fastzwillinge fehlen auch an der Moorhütte nicht, doch weicht ihre Ausbildung von dem Falle SCHRAUF's wesentlich ab. In einem Falle (Taf. I, Fig. 17) hat die Durchkreuzung zweier gleich großer Individuen der normalen Entwicklung von *f*, *l*, *p*, *o* so stattgefunden, daß bei völliger Parallelität der *p p'*-Flächen die Flächen *f' f'* nicht in der Fortsetzung der Flächen *f f* liegen, sondern daß ihre Zwischenkanten und ebenso die Vertikalstreifungen der *p*-Flächen der beiden Individuen einen Winkel von rund 140° miteinander bilden und die von den Flächen *l l* und *l' l'* gebildeten einspringenden Winkel dementsprechend zu solchen von ca. 65° und 115° modifiziert erscheinen. Aus dem stumpferen dieser einspringenden Winkel erhebt sich ein kleines drittes Individuum, so daß ein ähnliches Bild entsteht, wie LASPEYRES[1]) es an Durchkreuzungs-Zwillingen von Eichstädt bei Merseburg wiedergibt; nur ist in unserem Falle das Zwischenindividuum nicht gesetzmäßig zu den Zwillingsindividuen gestellt wie dort, sondern in unregelmäßigerer Stellung dazwischengewachsen. Es liegt hier wohl streng genommen ein neues Zwillingsgesetz vor, indem die Fläche eines Orthodomas Zwillingsebene ist, doch ziehe ich auch hier vor, einen dem Zwillingsgesetz nach $\infty P \overline{\infty}$ genäherten „Fastzwilling" anzunehmen.

In den auf Taf. I in Fig. 14 und 15 abgebildeten Beispielen von Durchkreuzungen zweier Individuen gibt sich unleugbar eine Annäherung an die Ausbildung des Normalzwillings von Fig. 11 zu erkennen, und zwar in Fig. 14 in höherem Grade, als in Fig. 15; doch sind sowohl die großen einspringenden Winkel erheblich kleiner als der gesetzmäßige Winkel von 104° 58', als auch fallen die Klinopinakoidflächen beider Individuen nicht in eine Ebene, sondern bilden einen stumpfen Winkel miteinander. Es mutet wie ein mißlungener Versuch an, die dem ersten Zwillingsgesetz entsprechende gegenseitige Stellung der Individuen zu erreichen, und darf nicht als reine Zufallsbildung betrachtet werden. Hier findet die Bezeichnung „Fastzwilling" in fast noch höherem Grade Berechtigung, als im Falle der Fig. 17. Von hier aus ist aber der Weg nicht mehr weit zu solchen Durchwachsungen, bei denen auch von einer Annäherung an gesetzmäßige Stellung kaum mehr die Rede sein kann. Ein solcher Fall ist in Fig. 16 auf Taf. I abgebildet. Hier liegen die *p*-Flächen beider Individuen

[1]) Kristallographische Bemerkungen zum Gips (Tschermak's Mineralog. Mitteilungen, 1875, Heft 3, Taf. 7, Fig. 6).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

völlig in derselben Ebene, im übrigen entspricht aber die Stellung der beiden sich durchkreuzenden Individuen auch nicht annähernd den Anforderungen einer Zwillingsbildung und ebensowenig dem Begriff der Parallelverwachsung; insbesondere werden die einspringenden Winkel nicht von gleichwertigen Flächen beider Individuen begrenzt. Trotzdem entsteht äußerlich zunächst der Eindruck eines Durchwachsungs-Zwillings. Man könnte diese Art von Verwachsung wohl als „Pseudozwilling" bezeichnen.

Immerhin besteht in diesem Fall durch das Zusammenfallen der p-Flächen beider Individuen noch eine Regelmäßigkeit der Verwachsung, in anderen Fällen, wie sie in Fig. 19—22 auf Taf. I wiedergegeben sind, fehlt auch diese, und es ist nur ganz oberflächlich gesehen ein an Durchkreuzungs-Zwillinge erinnerndes Bild entstanden, das von Laien aber gern als Zwilling gedeutet wird, ohne mit solchen oder auch mit Parallelverwachsungen in Wirklichkeit etwas zu tun zu haben. Den an sich schon unbestimmten Begriff des „Pseudozwillings" könnte man auch auf solche reine Zufallsformen ausdehnen. Andererseits kommen aber Fälle vor (Taf. I, Fig. 18), wo der Pseudozwilling sich einem Fastzwilling so nähert, daß auch hier kein grundlegender Unterschied mehr zu bestehen scheint. Man könnte demnach mit der Möglichkeit rechnen, daß eine allmähliche Steigerung in der Ausbildung regelmäßiger Verwachsung vom anscheinend zufälligen Pseudozwilling zum Fastzwilling und von diesem zum voll gesetzmäßigen Zwilling führe.

Auch den von Laspeyres [1]) beschriebenen eigentümlichen Fächergruppen aus Tertiärtonen des Papelsberges im Siebengebirge analoge Verwachsungen mehrerer bis zahlreicher Individuen fehlen unter den Gipsen der „Moorhütte" nicht, sind aber bei der zähen Beschaffenheit des Neokomtones meistens äußerst schwer unversehrt im Zusammenhange zu gewinnen. Freilich beobachtete ich bisher keine Fächerbildung aus einfachen Individuen, wie Laspeyres sie in Figur 7 schematisch wiedergibt, sondern nur solche von langgestreckten Zwillingen nach Art der Figur 8 bei Laspeyres, letztere aber in viel schönerer und vollkommenerer Ausbildung als die rheinischen, so daß sie besondere Würdigung verdienen.

Laspeyres nahm bei der Deutung solcher Fächer auf eine von Schrauf a. a. O. aufgestellte neue, erweiterte Definition der

[1]) loc. cit. pag. 116, Taf. 7 Fig. 7, 8.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zwillingsbildung und das von diesem Autor aus den Durchkreuzungsgruppen von Oxford abgeleitete neue Zwillingsgesetz Bezug, erkannte aber zugleich die sich ergebende Schwierigkeit, dann für einen solchen Fächer mehrere Gesetze ableiten zu müssen, und neigte im Grunde trotz des Versuchs, diese Fächer als wiederholte Zwillingsbildungen zu deuten, doch offenbar mehr dazu, keine eigentliche Zwillingsbildung im strengen Sinne, sondern eine dieser genäherte, sie anstrebende und gewissermaßen zwischen Parallelverwachsung und Zwillingsstellung vermittelnde gesetzmäßige Aggregation, der auch störende Anomalien keineswegs fehlen, anzunehmen. Dieser Auffassung entspricht durchaus diejenige, welche ich bezüglich ähnlicher Bildungen von der „Moorhütte" gewonnen habe.

Die von langgestreckten Zwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$ gebildeten Fächergruppen von der „Moorhütte" zeigen entweder die Ausbildung, daß kleinere Zwillinge sich an einen ersten größeren anschließen und mit ihm eine gemeinsame Drehungslinie haben, oder der Fächer haftet etwas schräg an einem größeren Hauptzwilling. In jedem Falle können einzelne Zwillinge des Fächers aus der Regelmäßigkeit mehr oder minder stark herausfallen und als „Störenfriede", wie an den Papelsberger Fächern, Anomalien verursachen. Die schräge und ungeordnete Stellung solcher Fächerteile bedeutet für die Beurteilung der Gesetzmäßigkeit der Fächerbildung an sich nichts.

Die gesetzmäßige Verwachsung selbst ist nach Laspeyres verschieden, je nachdem es sich um Fächer von Zwillingen oder von Nichtzwillingen handelt; sie muß nach diesem Autor bei den aus Zwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$ gebildeten Fächern eine solche sein, daß die Anlagerung aller Zwillinge an die *p*-Fläche des ersten oder des Hauptzwillings dem Gleichgewicht zwischen den beiden Individuen eines jeden der Zwillinge und daher als Resultanten einer Linie entspricht, welche in der Symmetrieebene $\infty P\overline{\infty}$ senkrecht zur Hauptachse *c* verläuft und mit der Zwillingsachse des ersten Zwillingsgesetzes des Gipses (nach $\infty P\overline{\infty}$) zusammenfällt. Man wird die Notwendigkeit oder doch Wahrscheinlichkeit dieser Gleichgewichtslage anerkennen, ohne damit der Deutung solcher aus Zwillingen gebildeten Fächer als „wiederholter Doppelzwillinge nach dem ersten Gesetz" im Schrauf'schen Sinne zuzustimmen. Möglich wäre immerhin, daß die orientierende Kraft eines Individuums eines der Zwillinge überwiegen und dadurch ein Ausschlag

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bald nach der einen, bald nach der anderen Seite der einfachen Fächer bei LASPEYRES eintreten könnte.

Die Ausbildung, welche viele Zwillingsfächer von der „Moorhütte" besitzen, schließt sich nun zwar im Wesen durchaus der Figur 8 bei LASPEYRES an, unterscheidet sich aber von der dort wiedergegebenen Ausbildung durch größere Mannigfaltigkeit. Nur die außerordentliche Schwierigkeit, solche Fächergruppen unversehrt zu gewinnen, ist ihrem Studium hinderlich; an Häufigkeit stehen sie keineswegs hinter den übrigen Zwillingsgestalten zurück. Meistens tritt ein Hauptzwillingsindividuum auf, an welches sich kleinere in wechselnder Zahl beiderseitig oder nur auf einer Seite anschließen (Taf. VI, Fig. 6, 7, 10 – 21), oder der Fächer erhebt sich auf gemeinsamem einfachen Basiskristall (Taf. VI, Fig. 2, 4, 5, 8, 9). Der Winkel zwischen den einzelnen Fächerelementen, der Drehungswinkel im Sinne von LASPEYRES, ist dabei so wechselnd, daß für jeden Fächer, oder gar für verschiedene Teile desselben Fächers ein besonderes SCHRAUF'SCHES Zwillingsgesetz konstruiert werden müßte, ganz abgesehen von den häufigen Anomalien der Lage einzelner Fächerglieder, die als „Störenfriede" die Kreislinie durchbrechen (Taf. VI, Fig. 4).

Unter den auf Taf. V und Taf. VI abgebildeten Zwillingsfächern lassen sich unschwer zwei Gruppen unterscheiden, von denen die eine solche Fächer umfaßt, die sich entweder an das untere Ende eines Hauptzwillings von der Ausbildung der auf Taf. III zahlreich wiedergegebenen Berührungszwillinge mit verschmolzenem Basiskristall anlehnen (Taf. VI, Fig. 6, 7, 10, 15) oder die aus gemeinsamem Basiskristall herausgewachsen sind (Taf. V, Fig. 5; Taf. VI, Fig. 5, 8 u. a.). Fig. 9 auf Taf. VI vermittelt zwischen beiden Ausbildungsweisen dieser Gruppe, indem der Basiskristall sich hier der Stellung des Hauptzwillings nahezu angepaßt hat. Die zweite Gruppe nimmt ihren Ausgang dagegen von Durchwachsungszwillingen nach Art derer der Taf. IV und zeigt bald nur die eine Hälfte des Zwillings fächerartig (Taf. VI, Fig. 12, 14, 16—21), bald beide Hälften (Taf. VI, Fig. 11, 13), indem eine Durchwachsung auch der Nebenzwillinge durch den Hauptzwilling hindurch stattfand, ohne daß die Fächerteile der beiden Hälften sich völlig zu entsprechen brauchen. Die Anheftung des Fächers an den Durchkreuzungszwillingen erfolgt demnach etwa in der kristallographischen Mitte des Hauptzwillings, der gewissermaßen mit seiner einen Hälfte oder auch mit beiden ein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Rad schägt. Die in letzterem Falle entstehenden Doppelfächer haben in extremster Ausbildung das Aussehen von Fig. 11 auf Taf. VI, sind aber dann natürlich äußerst schwierig unversehrt zu gewinnen. Die einfacheren Gestalten sind leichter zu erhalten und kommen in allen Größen, von den kleinen Dimensionen der Fig. 18—21 bis zu Riesen, wie Fig. 12, vor.

Bei beiden Gruppen der Fächerbildung braucht der orientierende Hauptzwilling nicht immer der an Länge oder an Volumen bedeutendste zu sein, wenn dies auch die Regel ist; vielmehr kennzeichnet er sich im Grunde durch seine Stellung oder die kristallographische Ausbildung seines unteren Endes als solcher.

„Störenfriede", wie LASPEYRES sie sehr treffend genannt hat, treten nun des öfteren aus der allgemeinen Regelmäßigkeit der Fächergruppe heraus; sie starren gelegentlich unter den verschiedensten Winkeln aus dem Kreise des Fächers hervor. Treten aber zu einem solchen „Störenfried" weitere Teilzwillinge in entsprechend zu diesem gedrehter Stellung, wie die Fächerzwillinge zum Hauptzwilling sich verhalten, so tritt der Charakter als Störenfried bald mehr in den Hintergrund und es entwickelt sich das Bild eines zweiten Fächers, der in beliebigem Winkel zum ersten steht. So sehen wir in Fig. 3 auf Taf. VI ein Beispiel dafür, daß zwei Fächer, nur durch einen spitzen Winkel voneinander getrennt, nebeneinander herlaufen, und es läßt sich unter günstigen Verhältnissen sogar beobachten, daß mehrere, drei, vier oder noch mehr Fächer in einer einzigen größeren Zwillingskristallgruppe auftreten, deren Kreise sich nach den verschiedensten Richtungen hin durchschneiden. So entsteht das Gesamtbild einer bald mehr platt ovalen, bald mehr rundlichen bis kugeligen Gruppe von sehr zahlreichen Zwillingen, deren Anordnung nicht regellos, sondern nach mehreren wohl unterscheidbaren Fächerkreisen erfolgt ist, von einzelnen weiteren „Störenfrieden" abgesehen. Die Einzelzwillinge dieser Gruppen haben nicht immer die schmale langgestreckte Gestalt, wie in Fig. 11 auf Taf. VI, sondern können auch kurz und dick sein, brechen dann aber besonders leicht aus, und manche der nach Art der Fig. 4 und 7 auf Taf. II abgebildeten losgelösten Zwillinge mögen aus solchen zusammengesetzten Gruppen und nicht von einem einfachen Basiskristall stammen. Solche komplexe Gruppen sind vielleicht nicht einmal besonders selten, aber in vollkommenem Zustande nur ausnahmsweise zu prüfen und leider kaum je vollständig zu bewahren. Es kostet

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schon unendliche Mühe und Sorgfalt, Doppelfächer, wie Fig. 11 auf Taf. VI, vor dem Zerfall zu retten, geschweige denn, daß es möglich wäre, die Fächergruppen extremster Ausbildung zu konservieren.

Der Beginn der Fächerbildung tritt naturgemäß schon durch Hinzutritt eines zweiten entsprechend gelagerten Zwillings ein (Taf. VI, Fig. 2). Die Zahl der Fächerglieder ist im übrigen sehr wechselnd und theoretisch fast unbegrenzt, während praktisch innerhalb eines und desselben Fächers ein Dutzend nur ausnahmsweise überschritten wird. Die auf Taf. V in Fig. 1—5 abgebildeten, aus gemeinsamem einfachen Basiskristall sich erhebenden Gruppen mit geringer Zahl der Zwillinge zeigen, wie sich aus regelloser Anordnung die fächerartige Anordnung entwickelt. Die beiden Zwillinge in Fig. 2 sind ganz verschieden gestellt, diejenigen von Fig. 1, zwischen denen ein nach oben gerichteter dritter Zwilling ausgebrochen ist, besitzen schon fast eine gemeinsame Drehungsachse. Ähnlich sind in Fig. 3 die drei oberen Zwillinge fast fächerartig gelagert, der vierte davon ganz abweichend. In Fig. 5 gehören die beiden linken Zwillinge im Sinne eines Fächers zusammen, ebenso die dann folgenden beiden mittleren, und der fünfte steht allein. Fig. 2 zeigt insofern eine grundsätzlich andere Anordnung der beiden Zwillinge, als hier die p-Flächen beider in eine Ebene fallen, die Drehungsachse hier also der kristallographischen b-Achse, senkrecht zu derjenigen aller übrigen Fächer, entsprechen würde. Fig. 4 auf Taf. VI zeigt, wie viele andere Fächer, daß die Drehungsachse nicht genau die gleiche für alle Zwillingsindividuen ist, abgesehen von dem einen, rechts ganz aus dem Fächer herausfallenden „Störenfriede". Fig. 1 auf Taf. VI stellt eine von ihrer Basis losgelöste Zwillingsgestalt aus dem Neokomton von Timmern dar, wo der Zwilling gewissermaßen in drei resp. vier Teile zerlegt ist, indem das Wachstum mehrmals unterbrochen wurde und die Fortsetzungen dann ein wenig um die gemeinsame Achse gedreht erscheinen (cf. pag. 35).

3. Zwillinge nach $-P\overline{\infty}$ von der „Moorhütte".

Das zweite der bekannten Zwillingsgesetze des Gipses, das Pariser oder vom Montmartre, ist ebenfalls unter den Gipsen der „Moorhütte", wenn auch nur äußerst selten, vertreten, besitzt hier jedoch eine Ausbildung, welche sich von allen bisher bekannt gewordenen Vorkommnissen in bemerkenswerter Weise

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unterscheidet. Nur zwei, unter einander wiederum verschiedene derartige Zwillinge wurden bisher gefunden, und trotz vieler Bemühungen gelang es nicht, die Zahl dieser trotz ihrer Kleinheit sehr auffallenden Gestalten zu vermehren.

Der eine dieser beiden Zwillinge (Taf. I, Fig. 23) spiegelt so vollkommen die Gestalt der tafelförmigen Durchkreuzungszwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ wieder, daß man ihn bei oberflächlicher Betrachtung für einen solchen halten wird. Bald erkennt man jedoch, daß die scharf und tief einspringenden Winkel nicht durch die Pyramidenflächen ll', sondern durch die Prismenflächen ff' gebildet werden und daß die bezeichnenden Vertikalstreifungen der p-Flächen beider Individuen nicht parallel zu einander verlaufen, wie bei dem ersten Zwillingsgesetz, sondern einen Winkel von 104° 58′, der mit dem einspringenden Winkel übereinstimmt, mit einander bilden, und daß schließlich die Flächen $l'l'$ des einen Individuums in der Fortsetzung der Flächen ll des anderen liegen. Die Täuschung wird aber noch dadurch erhöht, daß durch das Vorwalten der Flächen pp' die Flächen ff' und ll' gerade die umgekehrten Größenverhältnisse der entsprechenden Flächen der normalen Durchkreuzungszwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ besitzen. So ist zwar die Gestalt dieses kleinen Durchkreuzungszwillings derjenigen des ersten Zwillingsgesetzes des Gipses täuschend ähnlich, besonders da auch die Größe der einspringenden Winkel mit 104° 58′ bei beiden die gleiche ist, aber die Zwillingsebene ist hier dennoch nicht $\infty P \overline{\infty}$, sondern $-P \overline{\infty}$, also die Zwillingsebene des zweiten Gesetzes, dessen bekannte und häufige Kristalle sonst die Flächen p und f gegenüber den Flächen l reduziert und die einspringenden Winkel von den Flächen nn' begrenzt erscheinen lassen. Andrerseits nähert sich die Ausbildungsweise unseres Zwillings in gewisser Weise der Form der bekannten von Hessenberg[1]) beschriebenen Durchkreuzungszwillinge nach $-P \overline{\infty}$ von Wasenweiler am Kaiserstuhl, bei denen der einspringende Winkel jedoch kleiner, $= 95° 40'$, ist und von ganz anderen Flächen, $^5/_9 P \overline{\infty}$ und $^3/_4 P\, ^3/_2$, begrenzt wird.

Meines Wissens ist ein Durchkreuzungszwilling nach $-P \underline{\infty}$, wie der hier von der „Moorhütte“ beschriebene, mit einem von den Flächen ff' gebildeten, 104° 58′ betragenden einspringenden Winkel,

[1]) Mineralogische Notizen Nr. 10 (Abh. d. Senckenberg'schen naturf. Ges., Bd. VIII, 1871).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bisher nicht bekannt geworden und verdient daher besondere Berücksichtigung. Zugleich bietet er die willkommene Erklärung für einen zweiten, leider auch nur in einem einzigen Exemplar vorliegenden Zwilling nach $-P\overline{\infty}$ desselben Fundortes, der in eigenartiger Weise die Halbgestalt des ersteren darstellt (Taf. I, Fig. 24). Die beiden Individuen haben auch hier nach $\infty P\overline{\infty}$ tafelförmige Ausbildung und zeigen in gleicher Weise die Flächenpaare *l* und *f* in schmaler Entwicklung. Die beiden Individuen durchdringen sich nun nach $-P\overline{\infty}$, ganz in der Art des ersteren Zwillings, nur ist die Durchwachsung eine unvollkommene geblieben, in der Weise, daß zwar das eine Flächenpaar *l l* in der Fortsetzung des einen Flächenpaares *l' l'* liegt, nur durch einen kleinen einspringenden Winkel von ihm getrennt, daß aber das parallele Flächenpaar *l l* beiden Individuen gemeinsam ist. Der erstere, vollkommene Durchkreuzungszwilling erscheint also gewissermaßen halbiert, so daß die tiefen einspringenden Winkel nicht zur Ausbildung gelangten und der Zwilling nunmehr eine vollkommene Trapezgestalt von einer überraschenden Regelmäßigkeit der Form gewinnt. Die Klinopinakoide beider Individuen fallen natürlich auch hier in eine Ebene, und die Vertikalstreifung des einen setzt auch hier gegen diejenige des anderen in einem Winkel von 104° 58′, dem Pariser Gesetz entsprechend, ab. Die äußere Grenze zwischen den beiden Individuen läuft freilich nicht so, daß sie von der Kerbe aus die Mitte der gegenüberliegenden Kante trifft, sondern sie zieht, und mit ihr die Vertikalstreifung des einen Individuums auf *p*, von der Kerbe schräg zur Ecke, parallel der Kante *p f*, hinüber, so daß das eine Individuum als das vorherrschende erscheint; doch sieht man im durchfallenden Lichte die Grenze des zweiten Individuums von der Kerbe aus auch ihrerseits noch eine kurze Strecke schräg einwärts verlaufen. In den Abbildungen Taf. I, Fig. 23 und 24 steht in jedem der beiden Zwillinge ein Individuum so, daß die *c*-Achse, und mit ihr die Riefung der *p*- und *f*-Flächen desselben, vertikal stehen. Bei einem Vergleich mit Fig. 11 auf Taf. I erkennt man Übereinstimmung und Unterschiede beider Zwillingsgestalten deutlich.

4. Zwillinge von der Ziegelei „Mastbruch" bei Braunschweig.

Die oberneokomen *Brunsvicensis*-Tone der Ziegelei „Mastbruch" südöstlich von Braunschweig bergen in bestimmten Lagen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

massenhafte Gipskristalle, unter denen Einzelkristalle und unregelmäßige Gruppen vom Charakter derer der Ziegelei „Moorhütte“ zwar nicht so häufig sind, aber gelegentlich gleiche Größe und Durchsichtigkeit besitzen; meistens sind sie freilich viel unscheinbarer, viel stärker mit Ton und Eisenoxydhydrat durchsetzt und verunreinigt. Die einen dieser Einzelkristalle sind die gewöhnlichen Kombinationen der Flächen $p\ f\ l$ in deren häufigstem Größenverhältnis, an anderen herrschen die l-Flächen stark vor, und o tritt in unregelmäßiger Rundung hinzu. Beide Arten erreichen dort die erheblichen Dimensionen von 10—12 cm und darüber und übertreffen dadurch im Gegensatz zu den Gipsen der „Moorhütte“ die mit ihnen zusammen auftretenden Zwillinge nicht unerheblich; beide kommen auch in unregelmäßigen gruppenartigen Verwachsungen mehrerer Individuen vor, von denen dann eines sich durch besondere Größe auszuzeichnen pflegt.

Selten erheben sich auf der Basis solcher Einzelkristalle oder Gruppen auch Zwillinge nach $\infty P \overline{\infty}$ des ersten Typus derjenigen von der „Moorhütte“ (Taf. II und III), erreichen aber nie die Größe, Schönheit und Mannigfaltigkeit dieses Vorkommens. Man würde sie leicht übersehen, wenn der Blick nicht durch die an letzterem gemachten Beobachtungen geübter geworden wäre. Auch diese Zwillinge sind durch Ton derartig verunreinigt, trübe und blaugrau gefärbt, daß man den medianen Tonkegel nur mit Mühe erkennen kann.

Weit häufiger finden sich in derselben Tongrube andersartige Gruppen von Kristallen, die im allgemeinen die Form von rundlichen, ovalen oder länglichen bis plattigen und walzenförmigen Knollen besitzen. Diese knolligen Gruppen bestehen aus zahlreichen, in ihren Dimensionen stark wechselnden Gipskristallen von linsenförmiger Gestalt, indem die Flächen f und p nur schmal leistenförmig ausgebildet, dagegen die l-Flächenpaare in Längen- wie Breitenausdehnung die vorherrschenden sind, zu denen noch die gerundete Orthodomenfläche $^1/_3 P \overline{\infty}\ (o)$ hinzuzutreten pflegt. Oft ist die Linsenform auch so vollkommen entwickelt, daß nur p mit seiner vertikalen Streifung noch als schmale Leiste sichtbar ist, und alle übrigen Flächen in flacher Rundung zusammenfließen. Die zahlreichen solchen Individuen einer Knolle drängen sich meistens derart in inniger Verwachsung, daß man oft fast nur die schmalen Seiten der glänzenden p- und f-Flächen und die rundliche Kantenumgrenzung der flachen Linsenkristalle und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nur wenig von ihren oberen und unteren, größeren flachen Flächen sieht. Nur in wenigen Fällen, wo die Zahl der Einzelkristalle geringer und die Größe derselben erheblicher wird, kann man sie vollständiger sehen und die Eigenart ihrer Flächen prüfen.

Aus solchen Knollen und Gruppen linsenförmiger Kristalle als Basis wachsen nun in zahlreichen, doch keineswegs allen Fällen kleinere und größere Individuen, meistens Zwillingskristalle heraus, die eine gänzlich andere Ausbildung als diejenigen der Ziegelei „Moorhütte" besitzen. An ihnen herrscht regelmäßig das zweite Zwillingsgesetz des Gipses, wo $-P\bar{\infty}$, wie an den bekannten linsenförmigen Zwillingen des Montmartre, Zwillingsebene ist, nach der die beiden Individuen, deren auch hier der Linsenform genäherte oder ganz entsprechende Gestalt sofort ins Auge fällt, sich berühren oder ineinander gewachsen sind, ohne daß sie sich je durchkreuzten. Die größten derartigen Zwillinge ragen um etwa 6 cm aus der Knolle hervor, bei einer größten Breite zwischen den *p*-Flächen von reichlich 4 cm und halb so großer Dicke.

An der Mehrzahl dieser Zwillinge sind die Flächen *p* und *f* als schmale glänzende Leisten mit deutlicher Vertikalstreifung entwickelt; die vorherrschenden Flächenpaare *l*, von denen jedes der beiden Individuen ein Flächenpaar nach außen kehrt, während sie mit dem anderen verwachsen sind, sind dann gleichmäßig eben und stoßen in langer, scharf ausgebildeter Kante zusammen. Ganz selten sind minimale Spuren auch der Flächen *n* zu beobachten. Die Zwillinge sind in der Richtung der eben genannten langen Kanten verlängert, mit dem einen Ende der *f*-Flächen ruhen sie in der Knolle und ragen mit dem entgegengesetzten in den Raum. Hier liegt naturgemäß der einspringende Winkel, wenn dieser überhaupt zur Ausbildung gelangt, und wird stets von gerundeten oder ganz unregelmäßigen Flächen gebildet, die im wesentlichen $^1/_3 P\bar{\infty}$ entsprechen und in etwa 95^0 zusammenstoßen. Die beiden Individuen rücken aber oft so nahe aneinander resp. wachsen nach $-P\bar{\infty}$, der die Kante der *l*-Flächen abstumpfenden Flächenrichtung, so innig zusammen und ineinander, daß für den einspringenden Winkel nur wenig oder kein Platz übrig bleibt, und dann die distale Endigung des Zwillings nur von vier *f*-Flächen gebildet wird, die wie eine rhombische Pyramide aussehen. Sind die *f*-Flächen, wie es öfter geschieht, nicht allzu klein, und die langen, in eine Ebene zusammenfallenden *p*-Flächen beider Individuen nicht allzu schmal, so entsteht das Kristallbild einer rhombischen Kombination von P,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

∞P und ∞P$\breve{\infty}$, ähnlich den mir zum Vergleich vorliegenden, von QUENSTEDT [1]) beschriebenen und abgebildeten kleinen Zwillingen desselben Gesetzes aus Porzellantonen von Morl bei Halle, nur daß dort die anscheinende Kombination P, ∞P$\overline{\infty}$, ∞P$\breve{\infty}$ vorliegt. Auf den gemeinsamen *p*-Flächen der Zwillinge des „Mastbruchs" sieht man stets sehr schön die im Winkel von 104° 58′ fiederartig zusammenstoßenden Vertikalstreifungen, wie das Zwillingsgesetz nach —P$\overline{\infty}$ sie mit sich bringt.

Die beiden derart verzwillingten Individuen sind aber nicht immer gleich oder ungefähr gleich groß, sondern eines überwiegt oft über das andere, bisweilen so sehr, daß das letztere dann dem ersteren nur wie angeklebt aufliegt. Auch bringt Unregelmäßigkeit des Wachstums eines oder beider Individuen es oft mit sich, daß sie ungleichmäßig in- und übereinander greifen. Dies erkennt man am besten an der Art, wie die Fiederstreifung der *p*-Flächen verteilt ist; denn hier sieht man bald das eine Individuum das andere einengen oder sich ungleichmäßig mit ihm in den Raum teilen. Auch treppenartiger Bau bis zur Ausbildung parallel gelagerter Subindividuen tritt gelegentlich auf.

Ist die Linsenform der Zwillinge ausgesprochener oder vollkommen zur Ausbildung gelangt, so erscheint der Umriß des Zwillings naturgemäß gerundeter, die *p*-Flächen sind nur ganz klein, dagegen ist der einspringende Winkel mit den gerundeten, wesentlich $^1/_3$P$\overline{\infty}$ entsprechenden Flächen stärker ausgeprägt, und keine Spur des Bildes einer rhombischen Pyramide am distalen Ende vorhanden. Dazwischen liegen alle möglichen Übergänge. Parallelverwachsung, die an diesen Zwillingskristallen selbst keine so häufige und hervorstechende Eigenschaft, wie an denen der „Moorhütte" ist, kann aber doch in anderer Weise hinzutreten und eine erhöhte Regelmäßigkeit im Gesamtbilde hervorrufen, nämlich dadurch, daß die oft zu mehreren aus einer Knolle oder Gruppe herausstrahlenden Zwillinge bisweilen die Tendenz zeigen, sich parallel zueinander zu stellen. Die Folge davon ist zwar nicht, wie an den Zwillingen der „Moorhütte", die Entstehung von Zwillings-Kristallstöcken, aber doch einer auffallenden Regelmäßigkeit der

---

[1]) F. A. QUENSTEDT, Handbuch der Mineralogie, 2. Aufl. Tübingen 1863, p. 442.

Cf. auch v. KRAATZ im N. J. f. Min. etc. 1897, II, p. 215, wo die gleichen Zwillinge von Dölau und Trotha bei Halle genannt werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Anordnung und des Eindrucks einer Abhängigkeit der Lagerung der verschiedenen Individuen einer solchen Gruppe von einander.

Auch die zahlreichen, die Basisknolle zusammensetzenden Einzelkristalle besitzen des öfteren diese Neigung und machen bisweilen und zum Teil, da sie eng miteinander verwachsen zu sein pflegen, den Eindruck eines Kristallstockes. Beim Hin- und Herwenden vieler solcher Knollen und Gruppen mit und ohne aufgewachsene Zwillinge sieht man oft eine große Anzahl der glänzenden *f*- und *p*-Flächen gleichzeitig einspiegeln. Letzteres geschieht auch dann, wenn die Parallelität in der Anordnung der Einzelindividuen und ebenso der Zwillinge nicht vollkommen ist, sondern eine Drehung der Individuen um eine gemeinsame Achse, welche der *b*-Achse des monoklinen Systems zu entsprechen pflegt, statt hat. Die Kristalle liegen dann also in der Zone $\infty P \overline{\infty}$, $P \overline{\infty}$, $0P$ um die *b*-Achse gruppiert, und ihre *p*- und *f*-Flächen spiegeln dann gleichzeitig ein.

Nicht alle aus der Basisknolle herausragenden Kristalle sind Zwillinge nach $-P \overline{\infty}$; es kommen in gleicher Weise oft auch einfache Individuen vor, und gerade diese letzteren besitzen die Neigung zur parallelen Anordnung bis zu inniger paralleler Verwachsung. Man darf diese Parallelverwachsungen zweier oder mehrerer Einzelkristalle, an denen die schmalen *f*-Flächen in parallelen Richtungen aufeinander folgen und nicht nach entgegengesetzten voneinander abfallen, nicht mit den auf den ersten Blick sehr ähnlichen Zwillingen verwechseln, die eine ähnliche Gruppierung besitzen. In einem einzigen Falle ist aus dem distalen einspringenden Winkel eines Zwillings ein kleinerer in parallelen Richtungen sprossenartig herausgewachsen; er erinnert an Taf. I, Fig. 12 eines „Moorhütter" Zwillings.

Einschlüsse und Verunreinigungen durch Tonsubstanz sind auch den Zwillingen nach $-P \overline{\infty}$ vom „Mastbruch" in hohem Grade eigentümlich; sie wirken hier aber leider nur als Schönheitsfehler und lassen bemerkenswerte Eigentümlichkeiten nicht erkennen. Sie sind es auch, welche es nicht ermöglichen, von den Zwillingen und Gruppen dieser Lokalität so klare und instruktive Abbildungen zu geben, wie von den mannigfachen Gipsgestalten der Ziegelei „Moorhütte". Daher habe ich hier auf die bildliche Wiedergabe derselben Verzicht geleistet, obwohl sie an sich eine weit bessere Ausbildung besitzen, als man sie gewöhnlich antrifft.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

5. Gipskristalle anderer Fundorte.

Nur kurz und beiläufig sei hier einiger anderer, ähnlicher Vorkommnisse, zunächst desjenigen von Kl. Schöppenstedt bei Braunschweig gedacht, das ebenfalls in den *Brunsvicensis*-Tonen des Oberneokoms liegt, aber jetzt längst völlig verfallen ist. Dasselbe ist schon vor langen Jahren ganz kurz durch SILLEM[1]), in jüngerer Zeit wieder durch K. v. KRAATZ[2]), von letzterem Autor hinsichtlich der durch Einwirkung der Atmosphärilien entstandenen Erscheinungen der Ätzung und Auflösung, gewürdigt worden, wie solche in entsprechender Weise an allen übrigen Lokalitäten nicht nur an den durch den Tagebau freigelegten Kristallen schon nach kurzer Zeit ausgezeichnet studiert werden können, sondern auch tiefer im Ton der Tongruben selbst an den Hauptwegen der eingedrungenen Sickerwässer sich in größerem Maßstabe und bemerkenswerter Mannigfaltigkeit der Erscheinungen zu erkennen geben, nicht zum wenigsten auch an den oben geschilderten Zwillingen der „Moorhütte" und des „Mastbruchs".

v. KRAATZ äußerte sich auch über die Toneinschlüsse der Gipse von Kl. Schöppenstedt, unter denen er primär entstandene nach $\frac{1}{3}P\widetilde{\infty}$ von sekundär eingedrungenen nach $^5/_9 P\widetilde{\infty}$ unterschied.

In den Tongruben von Kl. Schöppenstedt fanden sich nun ehemals die extremsten Ausbildungsformen von Einzelkristallen nebeneinander, nämlich besonders große, scharf ausgebildete Individuen von schöner klarer Beschaffenheit, die Normalgestalten mit *f p l* entsprechen und früher vielfach in die Sammlungen gelangten, und in einer anderen Region derselben Grube vollkommen linsenförmig gestaltete, meist ziemlich kleine gelbe Kristalle, wie sie sonst vielfach tertiären Tonen, z. B. denen der Ziegelei Osterwald bei

[1]) Mitt. über seine Mineraliensammlung (N. J. f. Min. etc., 1848, pag. 187).

[2]) K. v. KRAATZ, Gips von Kl. Schöppenstedt (Mitt. d. Roemer-Museums, Hildesheim, 1896, Nr. 4).

Es sei hier nicht verschwiegen, daß bezüglich der Lokalität, an der v. KRAATZ sammelte, keine volle Sicherheit besteht. Da v. KRAATZ nämlich von einer „Ziegelei unweit des Schöppenstedter Turmes" spricht, könnte man geneigt sein, anzunehmen, daß er seine Stücke nicht in den alten Gruben von Kl. Schöppenstedt, aus denen die SILLEM'schen Stücke ohne Zweifel stammen, sondern in der neueren am „Mastbruche" gesammelt hat, da die Lokalbezeichnung von v. KRAATZ viel besser auf letztere, als auf erstere zutrifft. Entscheiden läßt sich diese Frage heute nicht mehr. Da derartige Auflösungsvorgänge sich überall nachweisen lassen, liegt auch nicht viel daran.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Hannover, eigentümlich sind. Hier sind auch die *f*-Flächen meistens verschwunden, während die *p*-Flächen oft noch als ganz schmale seitliche Leisten gesehen werden, aber auch völlig fehlen können und nur äußerst selten Spuren von *f* neben *p* zu beobachten sind. Zwillingskristalle nach $-P\overline{\infty}$ habe ich von Kl. Schöppenstedt bisher nicht zu Gesicht bekommen, wohl aber solche nach $\infty P\overline{\infty}$, ganz vom Habitus der schönen Zwillinge der „Moorhütte“ und ursprünglich sicherlich auch von ähnlicher Mannigfaltigkeit der Gestaltung.

Trotz der im Laufe langer Jahre bei der Weichheit der zum Teil vor langen Jahren gesammelten Stücke entstandenen Schädigungen derselben erkennt man doch auch noch den gleichen Charakter der Toneinschlüsse. Besonders bemerkenswert ist ein großer Durchwachsungszwilling nach $\infty P\overline{\infty}$ (Taf. IV, Fig. 4) dadurch, daß bei ihm die Breitenentwicklung die Längenrichtung ganz erheblich übertrifft, so daß einer Breite von 82 mm eine Gesamtlänge in der *c*-Richtung von nur 65 mm gegenübersteht, wobei von der kristallographischen Mitte des Zwillings aus gerechnet auf die eine, durch Intervalle gegliederte Hälfte 35 mm und auf die zweite, ungeteilte nur 25 mm kommen. Der hier ziemlich undeutliche Tondoppelkegel im Innern ist daher nach beiden Seiten und besonders nach der letzteren sehr niedrig und verbreitert sich außerordentlich rasch, während meistens, wie besonders die zahlreichen derartigen Zwillinge der „Moorhütte“ zeigen, das Entgegengesetzte der Fall ist. Die seitlichen Kerben sind an diesem großen Zwilling stark entwickelt, die Endbegrenzungen werden oben wie unten durch eine große, flach gewölbte Fläche gebildet, die in der Mitte durch die Zwillingsnaht halbiert wird. So ungewöhnliche breite und niedrige Durchwachsungszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ habe ich bisher weder an der „Moorhütte“, noch an anderen Lokalitäten beobachtet.

Sonst fehlt es nicht an Fundorten, an denen einfache Kristalle und Zwillinge beider Hauptgesetze, sowohl in Einzelgestalten, wie in Gruppen mannigfachster Gestalt zu finden sind, sei es, daß es sich um Tone und Mergel des oberen Neokoms handelt, sei es um solche des Gaults, des Lias, des Doggers, der oberen Kreide und des Tertiärs. So enthalten auch fast alle übrigen Lokalitäten der oberneokomen *Brunsvicensis*-Tone der weiteren Nachbarschaft Braunschweigs größere und kleinere Kristalle von Gips, teils einfache Individuen, teils Zwillinge, teils Gruppen beider, hier und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

da in gleicher Schönheit, wie von der „Moorhütte", wie z. B. in den Ziegeleigruben von Thiede, Fümmelse, Börssum, Bornum bei Börssum, Wetzleben, Timmern, Hedwigsburg, Bohnenkamp bei Querum usw. Neben den einfachen Kristallen und Gruppen derselben sind die Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ am häufigsten, diejenigen nach $-P\overline{\infty}$ viel seltener. Letztere fand ich bisher in der Ausbildung derer des „Mastbruchs" nur noch aufgewachsen auf Gruppen einfacher Kristalle im Neokomton von Timmern, und zwar in einer Ausbildung, welche insofern vielen der oben (pag. 30) geschilderten Zwillinge des „Mastbruchs" bei Braunschweig entspricht und den (pag. 31) erwähnten kleinen Zwillingen aus den Porzellantonen von Morl bei Halle ähnlich ist, als die Prismenflächen der beiden zum Zwilling sich vereinigenden Individuen nach Art einer rhombischen Pyramide aneinander liegen und so das Bild einer rhombischen Kombination P, ∞P, $\infty P\breve{\infty}$ entstehen lassen.

Von derselben Lokalität Timmern stammt auch der auf Taf. VI in Fig. 1 abgebildete Zwilling nach $\infty P\overline{\infty}$, der dadurch bemerkenswert ist, daß er in Intervallen weitergewachsen ist, und der Tonkegel sich dementsprechend zweimal völlig erneuert. Die Abbildung zeigt diese Erneuerung nicht, da der Zwilling nicht in der Durchsicht durch $\infty P\overline{\infty}$, sondern senkrecht dazu aufgenommen ist, um zu zeigen, daß das Weiterwachsen nicht genau in der Richtung der c-Achse, sondern etwas seitlich zu dieser gedreht stattgefunden hat, und schließlich dem distalen Ende zwei Zwillinge nach Art der oben ausführlich geschilderten Fächerzwillinge der „Moorhütte" entsprossen sind. Der Gesamtzwilling saß ursprünglich offenbar auf einem einfachen Basiskristall, von dem losgelöst er gefunden wurde. Die Abbildung zeigt die eigentümliche Krümmung des Zwillings deutlich.

Gipszwillinge nach Art der auf Taf. III abgebildeten kamen in recht schöner Ausbildung auch in den obersten Lagen des senonen Kreidemergels von Misburg bei Hannover vor. Herr Prof. Schöndorf, dem ich die Kenntnis dieses Vorkommens verdanke, sah sie dort in größerer Zahl auf der abgeräumten Oberfläche des verwitterten Gesteins liegen und sammelte deren mehrere, jetzt im mineralogisch-geologischen Institut der Technischen Hochschule zu Hannover befindliche Belegstücke.

Kürzere und auch langgestreckte Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ vom Habitus derer von der „Moorhütte", auch mit den charakteristi-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schen Tonkegeln im Innern, liegen mir außerdem zum Vergleich von Lindorf im Bergischen und aus Juratonen von Oxford und Bath in England vor. Ferner enthalten auch die Porzellantone der Umgegend von Halle neben den zahlreichen charakteristischen, von QUENSTEDT und SCHARFF beschriebenen Zwillingen nach $-P\overline{\infty}$ vereinzelt auch ganz kleine längliche Durchkreuzungszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, ganz vom Habitus der Durchwachsungszwillinge von der „Moorhütte", nur viel kleiner, wenige Millimeter groß.

Von unbekanntem Fundort, vermutlich tertiären Tonen entstammend, besitzt die Braunschweiger Sammlung eine Anzahl schöner Gruppen ähnlicher Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, zum Teil ausgezeichnete, bis 12 cm lange Durchkreuzungen mit derselben Zerlappung wie an der „Moorhütte". Der innere Tondoppelkegel ist auch hier vorhanden, doch bei der trüberen Beschaffenheit der Kristalle viel undeutlicher. Solche Gestalten sind also im Grunde offenbar keineswegs besondere Seltenheiten, doch wurden sie wohl kaum je in solcher Schönheit der Erhaltung und Mannigfaltigkeit der Formen gefunden, wie an der „Moorhütte". Im übrigen mag ein Hauptgrund, daß sie bisher nicht voll gewürdigt worden sind, in dem schon von SCHARFF auf pag. 2 seiner vortrefflichen Monographie des Gipsspates hervorgehobenen Umstande liegen, daß die Beschaffung tadellosen Materials der so leicht zerstörbaren Kristalle und Gruppen oft mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft ist und der Handel sich daher vielfach nicht gern damit befaßt.*) Dazu kommt, daß dem heutigen Mineralogen im allgemeinen nicht nahe liegt, die geeigneten Fundstellen selbst in der Weise, wie es in vorliegendem Falle allein Erfolg versprechen konnte, gründlich und systematisch zu studieren und auszubeuten.

6. Allgemeine Bemerkungen über die Kristalltracht und das natürliche Vorkommen der Braunschweiger Gipskristalle.

Nachdem in älterer Zeit besonders FR. SCHARFF in seiner bekannten Abhandlung über den Gipsspat „alles . . . . was mit der Bauweise der Kristalle in Zusammenhang steht oder Einfluß auf dieselbe zu haben scheint", sorgfältig zusammenzutragen ge-

*) Manche der vorstehend beschriebenen Kristalle, Gruppen und Zwillingsbildungen des Gipses aus den Neokomtonen der Ziegeleien „Moorhütte" und „Mastbruch" bei Braunschweig können durch das Mineralien-Institut von ARTHUR KUSCHE in München bezogen werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

sucht hat, sich dabei aber voll der großen Schwierigkeit bewußt war, „über den Einfluß der äußeren Umgebung auf die Gestaltung der Kristalle sichere Regeln aufzufinden" und „schließlich ein Resultat über die bauende Tätigkeit der Kristalle zu gewinnen", haben sich neuerdings mehrere Autoren, wie O. Mügge, F. Beche, V. Goldschmidt, auf Grund meist theoretischer physikalisch-chemischer Erwägungen auch in allgemeinerer Form mit den Entstehungsbedingungen der Kristalle und deren besonderer Kristall- und Zwillingstracht beschäftigt und dabei mehrfach auch den dafür sich in besonderem Grade eignenden Gips berücksichtigt.

Auch die Tracht der zahlreichen Gipskristalle, insbesondere der Zwillingskristalle, aus den Neokomtonen der Umgegend von Braunschweig regt zu solchen Erwägungen an und gibt zugleich die Möglichkeit, im Zusammenhang damit auch das natürliche Vorkommen genauer zu prüfen. Die hier wesentlichsten Punkte bei O. Mügge[1]) und F. Beche[2]), für welche der Gips mehrfach als Beleg genannt wird, sind folgende. O. Mügge nimmt zunächst ganz allgemein an, daß die Entstehung von Zwillingen durch die Zusammensetzung der Mutterlauge beeinflußt werde und möchte dafür eine gewisse Inhomogenität der Mutterlauge zugrunde legen, „indem diese ein Gemisch von einfacheren und komplexeren Partikeln enthält", deren Mengenverhältnis durch Änderungen der Temperatur und der Zusammensetzung der Mutterlauge beeinflußt werden wird, so daß bald einfache Kristalle, bald Zwillinge entstehen können, je nachdem ob fast nur eine Art von Partikeln oder deren mehrere vorhanden sind. Zwillinge können demnach sowohl als „Vorläufer" wie als „Relikte" bei der Kristallisation erscheinen. Beim Gips, dem eine nur einfache, keine polysynthetische Zwillingsbildung eigentümlich zu sein pflegt, „wäre zu vermuten, daß Zusammensetzung und Temperatur der Mutterlauge nur zu Anfang der Bildung komplexer Partikel günstig war, sich aber nach Abscheidung dieser zugunsten der einfacheren änderte, so daß Wiederholung der Zwillingsbildung nicht eintrat . . . . Auch das raschere Wachstum der Zwillinge, speziell längs der Verwachsungsfläche, wird durch die Tatsache der schnelleren Abscheidung der weniger beständigen Modifikation begreiflicher." Zwillingsbildung dürfte im allgemeinen um so seltener sein, „je

[1]) Über die Zwillingsbildung der Kristalle (Fortschritte der Mineralogie usw., Bd. I, pag. 38 ff., 1911).

[2]) Über die Ausbildung der Zwillingskristalle (ibidem pag. 68 ff.).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

länger der Zeitraum ist, innerhalb dessen Temperatur und Zusammensetzung der Lösung konstant bleiben".

Bezüglich der Ausbildungsweise von einfachen und Zwillingskristallen hebt Mügge nochmals die seit längerem bekannten Tatsachen hervor, daß Zwillinge oft andere Tracht als einfache Kristalle besitzen, und daß die Größe (Gewicht, Volumen) der Zwillinge derselben Mutterlauge die der Einzelkristalle zu übertreffen pflegt (z. B. Gips von Bochnia). Ferner pflegen Zwillinge senkrecht zur Verwachsungsfläche dicker als Einzelkristalle zu sein, jedoch dünner als zwei Einzelkristalle, da der Zwilling nie so allseitig frei wachsen konnte. Durch stärkeres Wachstum der der Zwillingsgrenze und dem einspringenden Winkel naheliegenden Flächen, für welches F. Beche [1]) eine molekulartheoretische Erklärung gegeben hat, kann der einspringende Winkel mehr oder minder zuwachsen, auch ganz verschwinden, auch zu der eigenartigen Erscheinung der Sprossenbildung führen; doch wächst nach St. Kreutz nur der von der Zwillingsfläche halbierte einspringende Winkel zu. Ebene Zwillingsverwachsungsflächen deuten ferner auf gleichmäßiges Wachstum beider Zwillingshälften, während bei ungleicher Stoffzufuhr Abweichungen von der ebenen Gestalt, mehr oder minder unregelmäßige Krümmungen, eintreten werden, letzteres auch am Gips (Bochnia, Cortoniano). Trotz solcher Abweichungen bleibt aber die Genauigkeit des Verwachsungsgesetzes meist sehr groß; die Abweichungen von der theoretischen Lage pflegen geringer zu sein, als bei den äußeren Kristallflächen, denen vizinale Elemente ja so oft eigentümlich und, wie Beche [2]) besonders hervorhebt, vielfach gerade an der Zwillingsgrenze nachweisbar sind.

Schließlich spricht Mügge beiläufig (pag. 39 Anm. 1) noch von den oft recht charakteristischen „halbregelmäßigen Verwachsungen", kamm- und wirtelförmigen Gruppierungen, gewundenen, gedrehten und wurmförmigen Aggregierungen, die auch dem Gips nicht fehlen, aber nach diesem Autor dem Begriff „Zwilling" nicht unterliegen.

Die Gipskristalle der „Moorhütte" bestätigen nun zunächst die Wahrnehmung, daß die Größe bezw. das Volumen der Zwillinge größer, als das der mit ihnen in demselben Niveau der Fundstelle zusammen liegenden einfachen Kristalle ist. Das Gesamtgewicht

[1]) loc. cit. pag. 84.
[2]) loc. cit. pag. 82.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der 10 voluminösesten Zwillinge beträgt nämlich fast 6 ☐ gegenüber kaum mehr als 2 ☐ der 10 größten Einzelkristalle. Für die Gipse des „Mastbruches" gilt diese Regel auffallenderweise nicht, im Gegenteil werden dort die Einzelkristalle größer als die Zwillinge nach $-P\overline{\infty}$. Dagegen scheint an den übrigen Fundstellen der Zwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ das gleiche zu gelten, wie von den Kristallen der „Moorhütte". An allen diesen Lokalitäten gilt auch die Regel, daß die Zwillinge einen anderen Habitus an sich tragen, als die Einzelkristalle. Während letztere in der Richtung der Flächen *l l* gestreckt zu sein pflegen, ist an den Zwillingen die Richtung der *c*-Achse vorherrschend, und die Prismen und Klinopinakoidflächen *f* und *p* sind an ihnen bei weitem die vorwiegenden, während *l* ganz fehlen kann und die gekrümmten Flächen *o* viel stärker in die Erscheinung treten, als an den Einzelkristallen, von denen nur eine Minderzahl solche besitzt. Von den Einzelkristallen kann man sagen, daß die Neigung, die Fläche *o* herauszubilden, mit dem Zurücktreten der Flächen *f* und *p* gegenüber *l* wächst.

Die Gipse des „Mastbruchs" zeigen zwar untereinander recht wechselnde Ausbildung, doch besteht hier ein wesentlicher Unterschied zwischen der Tracht der Zwillinge nach $-P\overline{\infty}$ und den mit diesen vergesellschafteten Einzelkristallen nicht. Leider sind die Fundstellen der Ziegeleigrube am „Mastbruch" minutiösen Untersuchungen über die Verteilung der Gipskristalle und die Art ihres Zusammenvorkommens nicht günstig; wohl aber ließen sich an der „Moorhütte" in dieser Richtung einige Beobachtungen anstellen, die weiter unten mitgeteilt werden.

Bei Gelegenheit der eingehenden Besprechung der Zwillinge von der „Moorhütte" wurden bereits mehrere Eigentümlichkeiten der Tracht derselben, sowie eigenartige Aggregierungen geschildert, auf welche hier verwiesen werden möge. Es wurden die Erscheinungen größerer Wachstumsintervalle und die eigentümliche Zerlappung, welche gerade an den Riesenzwillingen am stärksten in die Erscheinung tritt, geschildert, ebenso der Aufbau aus Subindividuen, die Bildung von Vizinalflächen besonders in der Region der großen *p*-Flächen, die oft eigentümliche Ausbildung der distalen Enden mit ihren öfter an Sprossung erinnernden Fortsätzen, schließlich auch die Neigung zur Fächerbildung, analog den von Laspeyres beschriebenen Gipsgruppen vom Siebengebirge.

Solche Zwillingsfächer, deren Deutung als polysynthetische Viellinge anzuzweifeln ist, können vielleicht noch unter den Begriff

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der „halbregelmäßigen Verwachsungen“ Mügge's, denen auch dieser Autor den Charakter von Zwillingen absprechen möchte, fallen. Mügge scheint sie freilich nicht dahin zu rechnen, obwohl er (a. a. O. pag. 39 Anm. 1) als Beispiele für solche neben Baryt, Desmin und Prehnit auch den Gips nennt. Den Gipsfächern am nächsten kommen wohl die fächerartigen Garben von Tremolith und Hornblende im Dolomit und Glimmerschiefer der Zillertaler, Tessiner und Walliser Alpen, wie sie z. B. von G. Klemm[1]) wiedergegeben werden. Es gibt eben außer regelmäßigen Verwachsungen von Kristallindividuen, welche vollkommen den Anforderungen der Begriffe „Zwilling“ und „Parallelverwachsung“ genügen, zahlreiche andere, welche sich diesen Gesetzmäßigkeiten nur nähern, sie gewissermaßen anstreben, ohne sie voll zu erreichen, oder aber auch eine Zwischenstellung zwischen beiden einnehmen. Man könnte sie anstatt „halbregelmäßige Verwachsungen“ im einen oder anderen Falle auch „Fast-Zwillinge“ und „Fast-Parallelverwachsungen“ nennen und findet von solchen auch unter den Gips-Kristallen und -Gruppen der Umgegend von Braunschweig, insbesondere an der „Moorhütte“, zahlreiche Beispiele (cf. pag. 20—22).

Zu den „Fastzwillingen“ möchte ich dabei auch solche Vorkommnisse rechnen, die, wie am „Mastbruch“ öfter beobachtet werden kann, in der Verwachsung zweier Individuen nach $-P\overline{\infty}$ nicht genau diese Fläche als Zwillings- und Verwachsungsfläche innehalten bezw. erreichen, sondern nach oben oder nach der Seite etwas auseinandergebogen erscheinen, und ebenfalls solche, bei denen die Stellung der beiden Individuen zueinander zwar der vom zweiten Zwillingsgesetz erforderten ganz oder fast ganz entspricht, die sich aber auf der Knolle, auf der sie mit einem Ende aufgewachsen sitzen, einander nur nähern, nicht völlig erreichen, so daß ein kleiner Zwischenraum zwischen ihnen bleibt, oder die nur unvollkommen, mit einem kleinen Teil ihrer betreffenden Flächen, miteinander verwachsen sind. Von solchen „Fastzwillingen“ entfernen sich andere wieder, bei denen der Zwischenraum größer wird, oder eine zunehmende Drehung nach rechts oder links die Abweichung von der gesetzmäßigen Lage vergrößert.

Zahllos sind auch gerade an den Gruppen vom „Mastbruch“ die „Fast-Parallelverwachsungen“ (cf. pag. 32) mit leichter

[1]) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1905, I, S. 444.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Drehung einer kleineren oder größeren Anzahl von Einzelkristallen oder Zwillingen, welche eine Knolle oder Gruppe bilden oder auf ihr aufgewachsen sind. Ein gleiches wiederholt sich öfter im kleinen an Subindividuen bei den größeren Einzelkristallen und Zwillingen aller Fundstellen. Die Tendenz zur vollen gesetzmäßigen Lagerung ist unverkennbar vorhanden, aber das Ziel wird nicht immer erreicht. In solchen und ähnlichen Fällen von Fastzwillingen neue Zwillingsgesetze errechnen zu wollen, dürfte die aufgewandte Mühe nicht lohnen, und der Wert solcher Gesetze dem der unzweifelhaften und nicht schwankenden Fälle nicht gleich zu erachten sein.

Vom „Fastzwilling" wurde oben (pag. 21, 22) als „Pseudozwilling" noch der Fall unterschieden, wo die Stellung, in der zwei (oder mehrere) Individuen verwachsen auftreten, eine Zwillingsbildung äußerlich vortäuscht, ohne deren Gesetzmäßigkeit zu entsprechen oder sich ihr auch nur zu nähern.

A. a. O wurde schon ausgesprochen, daß trotzdem „Pseudozwillinge" und „Fastzwillinge" bezw. „Fast-Parallelverwachsungen" wohl nicht scharf voneinander getrennt stehen, sondern vielleicht nur graduell verschieden sind, wie „Fastzwillinge" und echte Zwillinge, und daß aus anscheinender Zufallsverwachsung in aufsteigender Linie schließlich die zu errechnende Gesetzmäßigkeit sich entwickelt.

Lehrreich sind schließlich auch die an den Fundorten selbst, insbesondere in der Ziegeleigrube „Moorhütte", bezüglich des lokalen Auftretens und Zusammenvorkommens von einfachen Kristallen, Zwillingen und Zwillingsgruppen zu beobachtenden Umstände.

Der in frischem Zustande äußerst zähplastische Neokomton der „Moorhütte" bildet dort sehr schwach geneigte Bänke, die von durchlässigem Diluvialsand von 1,5—2 m Mächtigkeit bedeckt werden. Die eindringenden Sickerwässer haben den Ton in von oben nach unten rasch abnehmendem Grade ausgelaugt, seinen fein verteilten Gehalt an Sulfiden, besonders Pyrit bezw. Markasit, zersetzt und so Anlaß zur Gipsbildung gegeben, welche höchstens 2 m in die Tonmasse hinabreicht. Die oberen Lagen des hier sehr stark ausgelaugten Tones enthalten bis zu 1 m hinab jetzt keinen Gips mehr; dieser tritt dann in kleinsten Flitterchen und Kriställchen auf, welche unverkennbar die Zeichen starker Auflösung an sich tragen; diese Eigenschaften nehmen mit zunehmender Tiefe rasch ab, die Kristalle werden zugleich größer und größer, werden zugleich immer klarer und ungeätzt und erreichen schließlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in den tiefsten Lagen der Gips führenden Zone sehr erhebliche Dimensionen, um dann plötzlich gänzlich aufzuhören. Die ganze Gips führende Zone umfaßt dabei heute nicht mehr als höchstens 1 m Mächtigkeit. Die Verteilung der Gipskristalle im Ton ist in dessen oberen und mittleren Lagen recht gleichmäßig, während den tiefsten Lagen eine mehr nesterartige Konzentration der Kristalle und Kristallgruppen eigentümlich ist.

Sicherlich enthielten auch die obersten, am stärksten zersetzten Tonlagen ursprünglich Gips, der aber nachträglich wieder in Lösung fortgeführt wurde und in den unteren Schichten neu zum Absatz gelangt sein wird. Die allmähliche Größenzunahme der Kristalle, der einfachen wie der Zwillinge, von oben nach unten ist eine zweifellose Tatsache, während in einem und demselben Niveau die Größenunterschiede meist recht gering sind und kleine Kristalle neben großen nur in der Weise vorzukommen pflegen, daß die ersteren den letzteren ein- oder aufgewachsen sind. In den oberen und mittleren Lagen liegen die kleineren klaren Gipskristalle oft in größter Zahl dicht gedrängt nebeneinander, ohne in der Regel Verwachsungsgruppen zu bilden, wie sie in den nesterartigen Anhäufungen der unteren Lagen häufig, ja das Normale sind.

Dabei liegen Einzelkristalle und Zwillinge stets wahllos nebeneinander oder sind in den tieferen Lagen auch zu Gruppen mit einander verbunden. Es besteht durchaus keine Trennung in Lagen, Stellen oder Nester, in denen die Zwillinge etwa angehäuft lägen, oder in denen sie völlig fehlen; sondern man findet oben, in der Mitte und unten in gleicher Weise ab und zu einen Zwilling zwischen den viel zahlreicheren Einzelkristallen. „Vorläufer“ oder „Relikte“ bei der Kristallisation sind die Zwillinge hier zweifellos nicht, sondern sie treten als gelegentliche Erscheinungen innerhalb eines anscheinend ganz gleichmäßig sich abwickelnden, langandauernden Vorgangs auf, deren Entstehungsgrund sich völlig der Beurteilung entzieht und keinerlei bestimmte Vermutungen zuläßt.

Auffallend bleibt die zwar allmählich fortschreitende, aber doch recht rasche und zu sehr erheblichen Volumenunterschieden führende Größenzunahme der Kristalle von oben bis unten im Raume einer vertikalen Mächtigkeit von kaum mehr als 1 m. Tiefer gelangte die Zersetzung der Sulfide und Neubildung von Gips nicht hinab, und schon die letzten ca. 40 cm lassen den Ton in der Hauptmasse äußerlich unzersetzt und von sehr zähplastischer

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Beschaffenheit erkennen. Doch reichen von den zahllosen, die oberen Tonlagen durchsetzenden Klüften und Fugen, deren Wände durch Misy-ähnliche Masse gelb gefärbt sind, viele so weit hinab, und, wo stärkere Klüfte den Ton durchsetzen, machen sich auch an den großen Kristallen der tiefen Lagen deutliche Auflösungs- und Ätzungsvorgänge bemerkbar. Nur in den tieferen und tiefsten Lagen finden sich die interessanten Kristallgruppen, welche einen oder mehrere Zwillinge auf der Basis von Einzelkristallen oder größere komplexe Gruppen von Zwillingen darstellen, während lose Zwillinge oben, in der Mitte und unten in gleicher Weise, nur durch ihre Größe unterschieden, den übrigen Kristallen und Gruppen beigemengt liegen.

Soweit in der Ziegeleigrube „Mastbruch" Beobachtungen über die Art des Vorkommens der Knollen mit Zwillingen nach $-P\overline{\infty}$ und der sie begleitenden Einzelindividuen und Gruppen solcher zu machen sind, bestätigen sie zunächst die an der „Moorhütte" gemachte Erfahrung der allmählichen Größenzunahme der Kristalle und Zwillinge, sowie deren Gruppen und Knollen, von oben nach unten. Auch hier geht im übrigen in den hier ziemlich steil aufgerichteten Tonen, deren Schichtenfugen dem Eindringen der Sickerwässer günstigere Wege, als an der „Moorhütte" boten, die Gipsbildung nicht tiefer als höchstens 2 m hinab; doch finden sich die Zwillingsknollen hauptsächlich in der mittleren Region, während sie unten, wo die Gruppen am größten werden, nicht mehr vorkommen. Hier liegen nur solche Knollen, von deren zentraler Region Einzelkristalle von zum Teil sehr erheblichen Dimensionen und dabei stets flach linsenförmiger Gestalt allseitig in mannigfachen Durchwachsungen ausgehen. Ganz vereinzelt kommen in den mittleren Tonlagen auch Einzelkristalle vor, welche Zwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$ vom Habitus derer der „Moorhütte" als Basis dienen, doch erreichen diese Zwillinge nicht die Größe und Schönheit, wie am letzteren Fundorte. In den oberen Lagen der gipsführenden Region sammelte ich kleinere Einzelkristalle mannigfacher Ausbildung, neben flach linsenförmigen auch solche mit größeren Flächen *f* und *p* und kleineren Flächen *l*, wo außerdem *o* nicht zu fehlen pflegt. Doch bleibt auch an diesen Kristallen die Streckung in der Richtung der *l*-Flächen noch vorherrschende Eigenschaft.

Kehren wir nochmals zu den Zwillingen der „Moorhütte" zurück, so ist noch hervorzuheben, daß auf eine außerordentliche

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gleichmäßigkeit des Kristallisationsvorgangs auch die oben (pag. 12 bis 17) geschilderten Beobachtungen über den so sehr an Jahresringe von Bäumen erinnernden Aufbau der einfachen und doppelten Tonkegel der Zwillingskristalle hindeuten. Man könnte versucht sein, hier an eine Schätzung der Dauer des Gesamtvorganges der Kristallisation zu denken und auch etwaige Erfahrungen über die Dauer der Bildung von Gipskristallen in Salinen, Sinkwerken alter Bergwerke usw. heranzuziehen. Bietet der feine Lagenbau der Tonkegel uns auch gewisse erwünschte, bisher völlig fehlende Anhaltspunkte, so dürfte man doch mit Alterszählungen und Schätzungen auf Grund derselben allzu unsicheren Boden betreten. Mit so kurzen Zeiträumen, oft wenigen Jahrzehnten, wie selbst recht erheblich große und dicke Gipskristalle alter Sinkwerke und Salinen sie nachweislich nur beansprucht haben, ist hier sicherlich nicht zu rechnen. Die Auslaugung so wenig durchlässiger Tonmassen, wie an der „Moorhütte“ und anderen entsprechenden Fundorten, nahm ohne Zweifel weit erheblichere Zeiträume in Anspruch. Man wird annehmen dürfen, daß die Gipsbildung hier kaum vor postglazialer Zeit beginnen konnte, daß aber der gesamte, viele Jahrtausende lange Zeitraum von der Bildung der den Ton überlagernden Fluvioglazialsanddecke an bis jetzt dafür zur Verfügung stand und in Anspruch genommen werden muß.

Daß trotz dieses großen Zeitraums die Gipskristalle der oberen Lagen keine erhebliche Größe besitzen, wird sich unschwer dadurch erklären, daß die zunehmende Zersetzung des Tones seine Durchlässigkeit immer mehr steigerte und der Neuabsatz von Gipssubstanz infolgedessen nur mehr in tieferen Lagen stattfinden konnte, ja in der Folgezeit sein Material durch Wiederauflösung der Gipse der oberen Schichten vermehrte und zum stärksten Anwachsen der Gipskristalle des tiefsten der Lösung erreichbaren Niveaus führte, dem eine periodisch sich steigernde und wieder abschwächende Zufuhr von mit Gipssubstanz beladenen Sickerwässern eigentümlich werden mußte. Hier, im untersten Teile des im tonigen Boden naturgemäß sehr flachen Grundwassers, wo dasselbe nie ganz schwand, konnte die Gipsbildung kontinuierlich stattfinden und das Wachstum der einfachen Kristalle und Zwillinge, sowie Gruppen beider rascher zunehmen, als in den mittleren und oberen Horizonten, deren Abhängigkeit von der jeweiligen Niederschlagsmenge wächst, je höher man im Niveau hinauf gelangt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schließlich verdient noch hervorgehoben zu werden, daß sich an dicht nebeneinander belegenen Fundstellen sogar derselben Tongrube in anscheinend ganz gleichartigem Neokomton ganz verschiedene Ausbildungsweisen von Gipskristallen finden. Das gilt insbesondere von der Ziegeleigrube am „Mastbruch“ und der alten verfallenen Grube von Kl. Schöppenstedt. Wenige Meter von der Stelle entfernt, an welcher am „Mastbruch“ die Knollen und Zwillingsgruppen nach $-P\overline{\infty}$ sich zahlreich finden, liegt eine geologisch etwas jüngere Tonpartie mit Einzelkristallen und Zwillingen von der Ausbildung derer der „Moorhütte“, nur meistens in viel ungünstigerer Erhaltung, während die Zwillinge nach $-P\overline{\infty}$ und linsenförmige Einzelkristalle hier völlig fehlen, und bei Kl. Schöppenstedt fanden sich außer zahlreichen Kristallen des letztgenannten Habitus in einer isolierten Partie zahlreiche der bekannten und oben auch erwähnten sehr vollkommen linsenförmigen kleinen gelben Gipskristalle, die sich in ihrem gesamten Habitus fundamental von denen der benachbarten Grubenpartie unterscheiden (pag. 33, 34).

Um den Gründen für solche starken Unterschiede nachgehen zu können, bedarf es sicherlich äußerst minutiöser Untersuchungen an Ort und Stelle, welche bei Kl. Schöppenstedt dauernd unmöglich gemacht sind und am „Mastbruch“ vorderhand bei der Art des Abbaus und der Lagerungsverhältnisse der Neokomtone sehr erschwert sein werden. Doch sei die Aufmerksamkeit auf diesen Umstand gelenkt, der an geeigneten Fundstellen wohl einmal näher geklärt werden könnte, wie überhaupt die Abhängigkeit der Ausbildungsweise der Einzelkristalle und Zwillingskristalle, sowie der Gruppen solcher von den petrographisch-chemischen, lithologischen, tektonischen und hydrogeologischen Verhältnissen der jedesmaligen Fundstelle ein weites, noch kaum berücksichtigtes Gebiet der Forschung bildet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel I.

Fig. 1—6. Einzelkristalle von Gips mit vorherrschenden *l*-Flächen und Toneinlagerungen nach *o*. In der Richtung von $\infty P\overline{\infty}$ auf die *l*-Flächen gesehen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 7—10. Einzelkristalle von Gips mit Toneinlagerungen nach *o*, senkrecht auf $\infty P\overline{\infty}$ gesehen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 11, 13. Normalgestalten von Durchkreuzungszwillingen des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$, senkrecht auf $\infty P\overline{\infty}$ gesehen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 12. Durchkreuzungszwilling des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$ mit Sprossung im einspringenden Winkel, senkrecht auf $\infty P\overline{\infty}$ gesehen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 14, 16. „Fastzwillinge" des Gipses, sich der Zwillingsstellung nach $\infty P\overline{\infty}$ nähernd. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 17. „Fastzwilling" des Gipses, sich der Zwillingsstellung nach $\infty P\overline{\infty}$ nähernd, mit sprossenartigem Kriställchen im einspringenden Winkel. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 18—22. „Pseudozwillinge" des Gipses. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 23, 24. Zwillinge des Gipses nach $-P\overline{\infty}$. Natürl. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Erklärung zu Tafel II.

Fig. 1—7. Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, von ihrer Basis losgelöst, senkrecht auf $\infty P\overline{\infty}$ gesehen, mit Tonkegel und Tonschmitzen. Zerlappter Subindividuen-Aufbau (Fig. 2), Intervalle und Erneuerung des Tonkegels (Fig. 1, 5, 6), Randlamellen (Fig. 1, 7). Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 8—10. Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ auf einfachem Basiskristall, Fig. 9 und 10 in der Aufsicht auf $\infty P\overline{\infty}$ des Zwillings. Intervall und Erneuerung des Tonkegels (Fig. 9). Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 11. Gipszwilling nach $\infty P\overline{\infty}$, innig mit dem einfachen Basiskristall verschmolzen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 12, 13. Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, mit einfachem, sich der Stellung des Zwillings nähernden Basiskristall. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel III.

Fig. 1—10, 12, 13, 15—27. Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, innig mit ihrem einfachen Basiskristall verschmolzen, mit und ohne seitlichen einspringenden Winkel, mit Tonkegel und Tonschmitzen. Größere und kleinere Wachstumsintervalle. Fig. 1 größter Zwilling, Fig. 3 stark zerlappt, Fig. 10 mit sprossenartigem Fortsatz, Fig. 12 mit Intervallen und Erneuerung des Tonkegels, Fig. 20 und 24 mit Durchwachsung am unteren Ende. Senkrecht auf $\infty P\breve{\infty}$ gesehen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 11. Gipszwilling nach $\infty P\overline{\infty}$, auf Gruppe einfacher Basiskristalle aufsitzend. Intervalle und Erneuerung des Tonkegels. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 14, 28—30. Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$ mit Durchwachsung am unteren Ende, ohne hier weiterzuwachsen, Fig. 14 mit sprossenartigen Fortsätzen. Tonkegel usw. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Erklärung zu Tafel IV.

Sämtliche Abbildungen stellen Durchwachsungszwillinge des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$ dar, die nach beiden Seiten der *c*-Achse weitergewachsen sind, mit Tondoppelkegel, teils mit, teils ohne seitliche einspringende Winkel, in der Aufsicht auf $\infty P\breve{\infty}$, in nat. Größe; außer Fig. 4 von der Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 1. Größter Zwilling, stark zerlappt.

Fig. 5, 6, 8, 10 mit ungleichen Hälften oder schief gewachsen (Fig. 8), z. T. mit erkennbarer Normalgestalt in der Mittelregion, ähnlich auch Fig. 35—37.

Fig. 4. Breitester Durchwachsungszwilling nach $\infty P\overline{\infty}$. Nat. Größe. Alte Ziegelei von Kl. Schöppenstedt.

Erklärung zu Tafel V.

Fig. 1. Zwillingsgruppe des Gipses (nach $\infty P\overline{\infty}$), von einfachem Basiskristall ausgehend. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 2. Zwei Zwillinge des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$ mit parallelen *p*-Flächen, auf Basisgruppe von Einzelkristallen aufsitzend. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 3. Gruppe von vier Zwillingen des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$, von denen drei der Fächerstellung nach gemeinsamer Drehungsachse sich nähern. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 4. Zwei Zwillinge des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$ auf gemeinsamem einfachen Basiskristall. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 5. Gruppe von Zwillingskristallen des Gipses nach $\infty P\overline{\infty}$, auf gemeinsamem einfachen Basiskristall. Je zwei der Zwillinge besitzen fächerähnlich gemeinsame Drehungsachse. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Erklärung zu Tafel VI.

Fig. 1. Gipszwilling nach $\infty P\overline{\infty}$, mit Aufbau in Intervallen und im Sinne gemeinsamer Drehungsachse der Teile gekrümmt. Nat. Größe. Ziegelei Timmern.

Fig. 2. Zwei Gipszwillinge nach $\infty P\overline{\infty}$, fächerartig auf gemeinsamem einfachen Basiskristall. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 3. Gipszwillingsgruppe nach $\infty P\overline{\infty}$, in zwei fächerartigen Reihen angeordnet. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 4. Fächergruppe von Gipszwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$ auf gemeinsamem Basiskristall, mit einem „Störenfried". Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

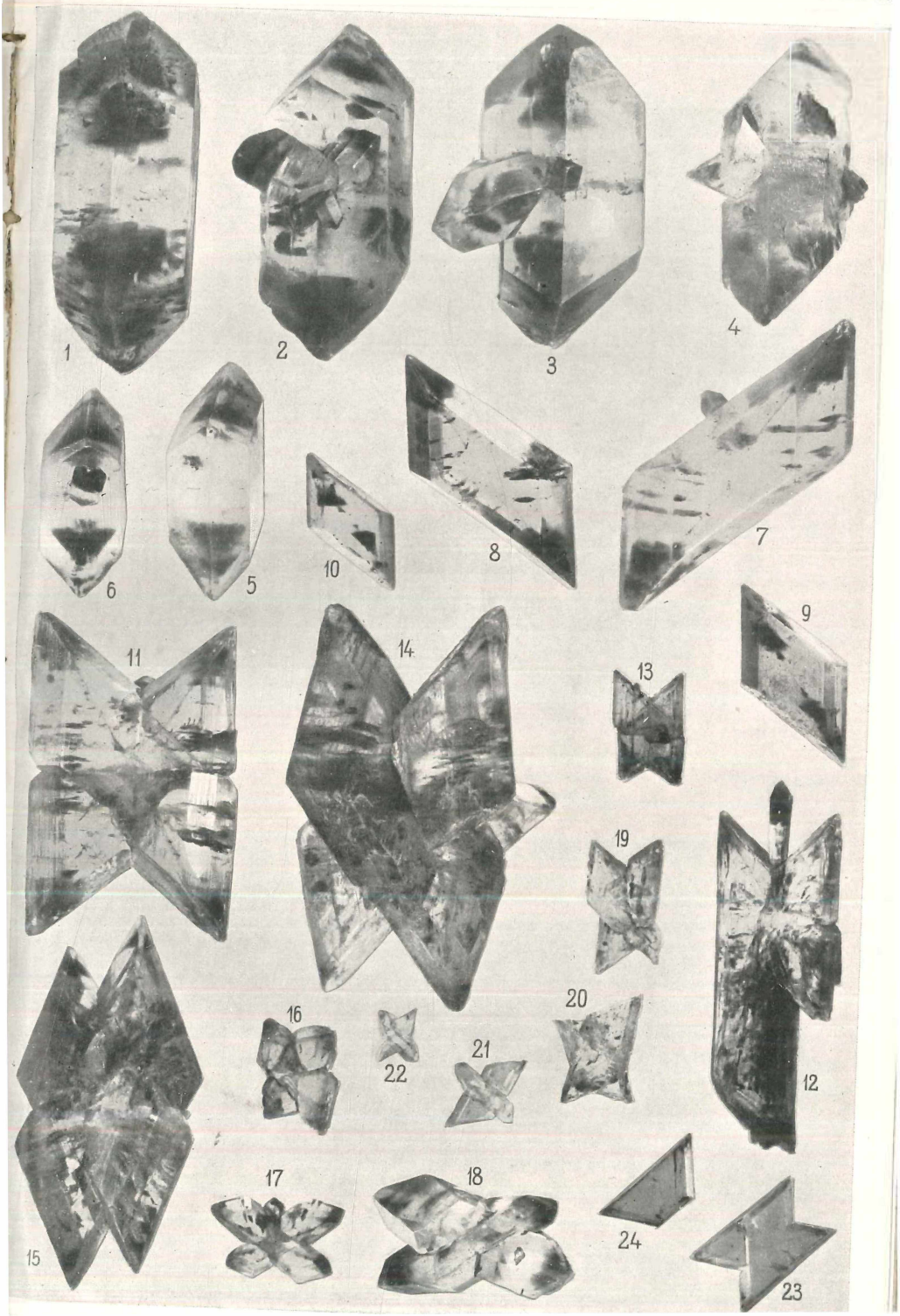
Fig. 5, 8, 9. Fächergruppe von Gipszwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$, auf gemeinsamem einfachen Basiskristall; letzterer in Fig. 9 der Stellung des Hauptzwillings genähert. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 6, 7, 10, 15. Fächergruppe von Gipszwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$; Hauptzwilling mit Basiskristall verschmolzen. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

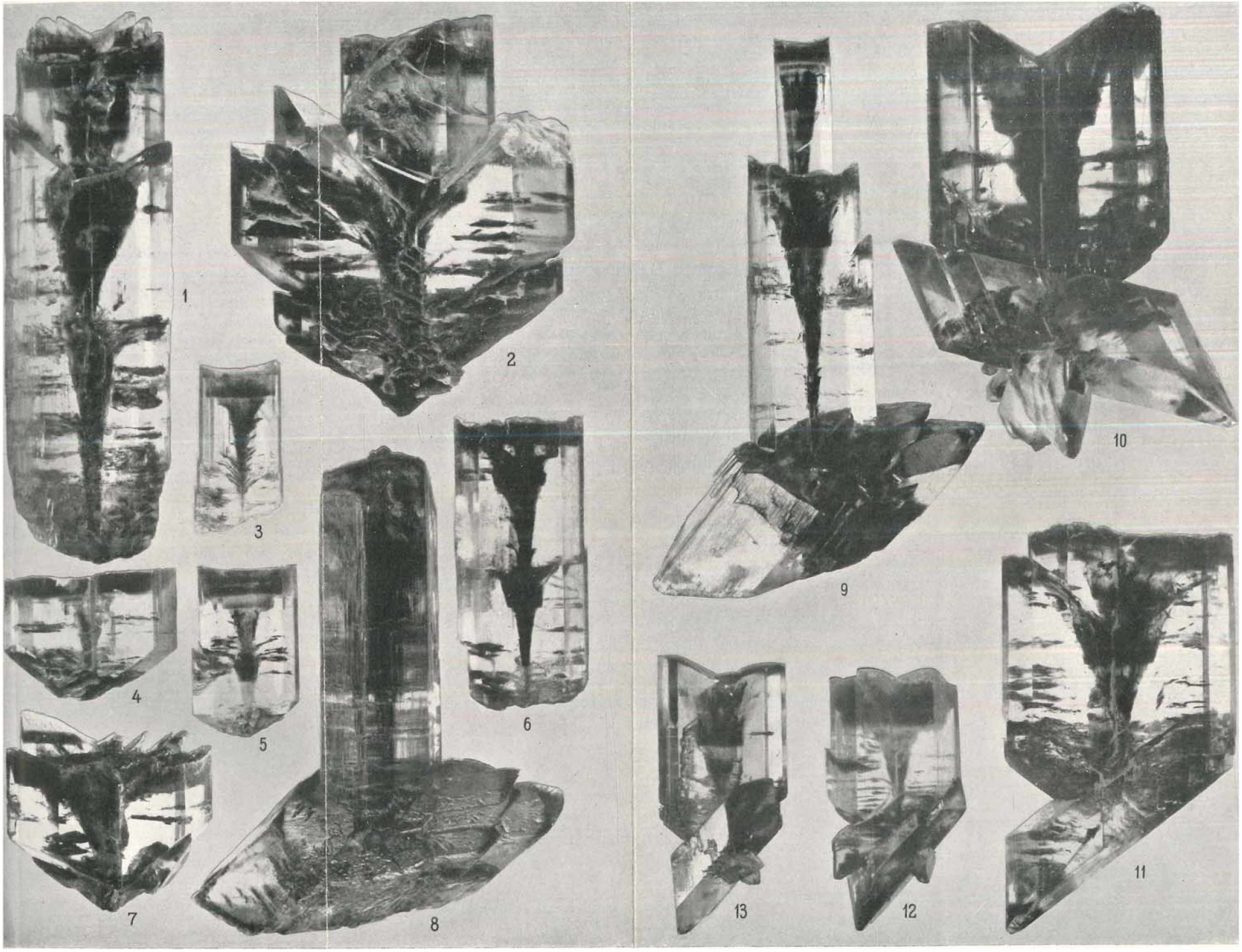
Fig. 11, 13. Doppelfächer von Durchkreuzungszwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

Fig. 12, 14, 16—21. Fächergruppen von Durchkreuzungszwillingen nach $\infty P\overline{\infty}$, mit einfachem Fächer. Fig. 12 größte Gruppe. Nat. Größe. Ziegelei „Moorhütte".

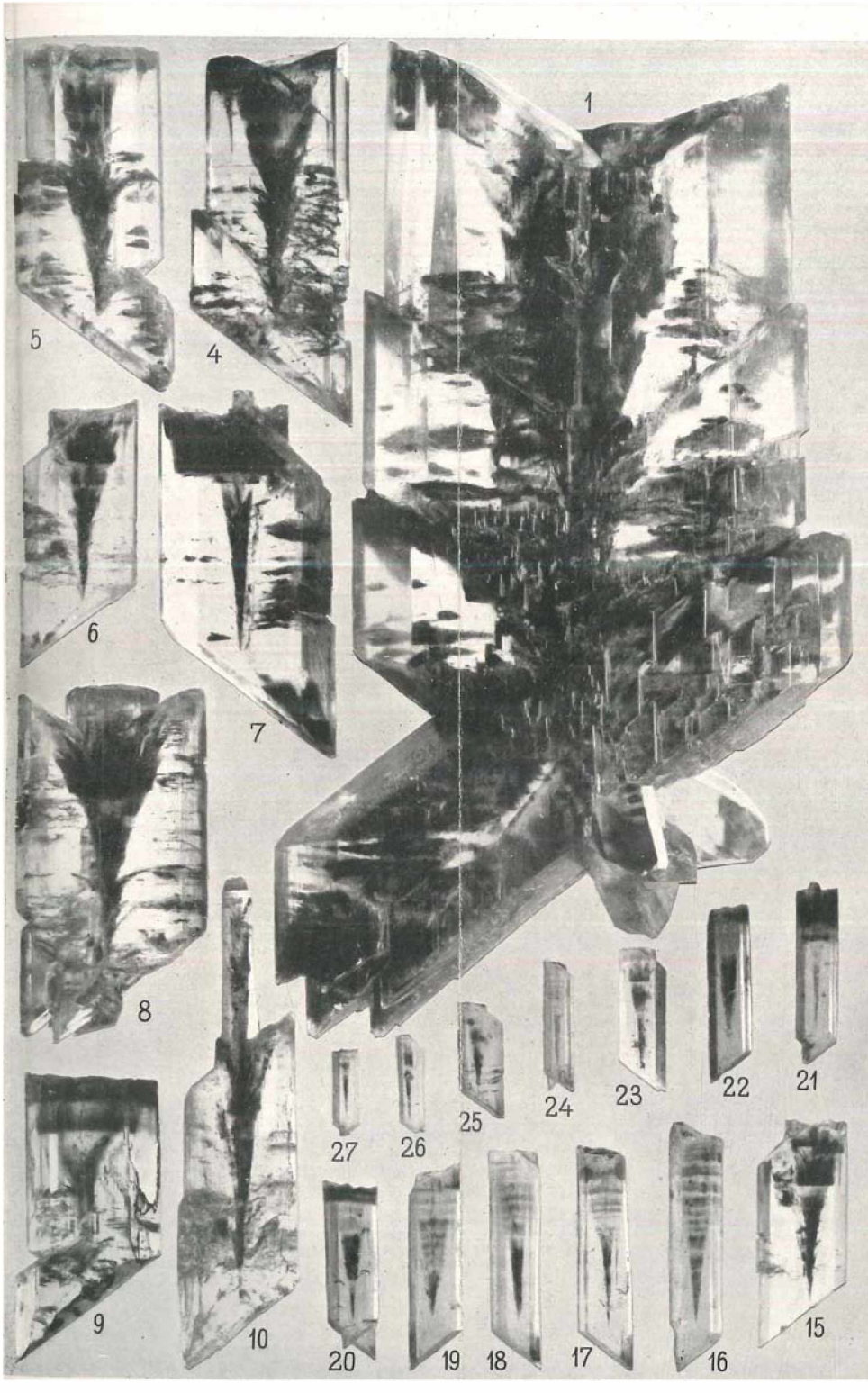
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



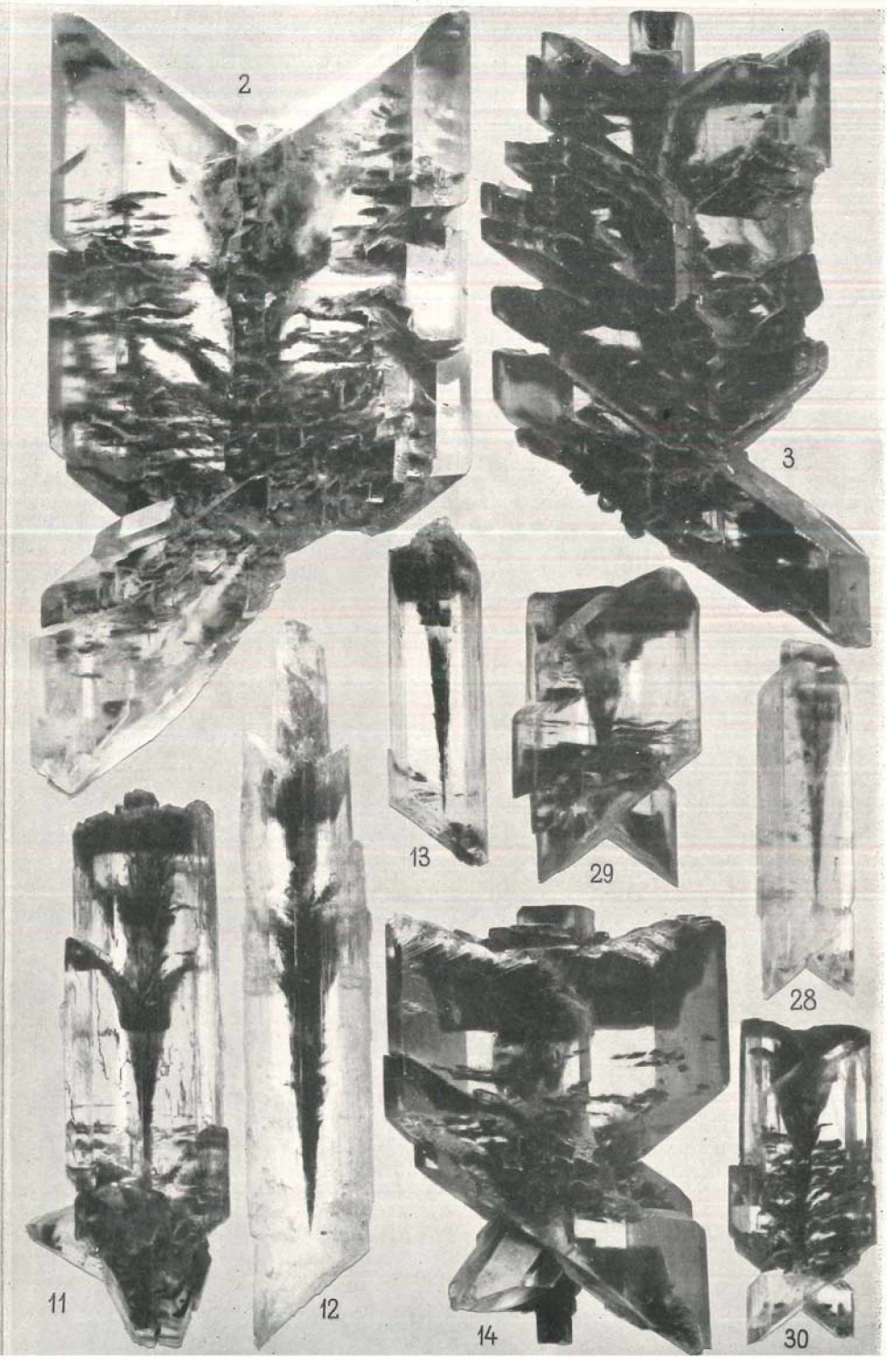
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



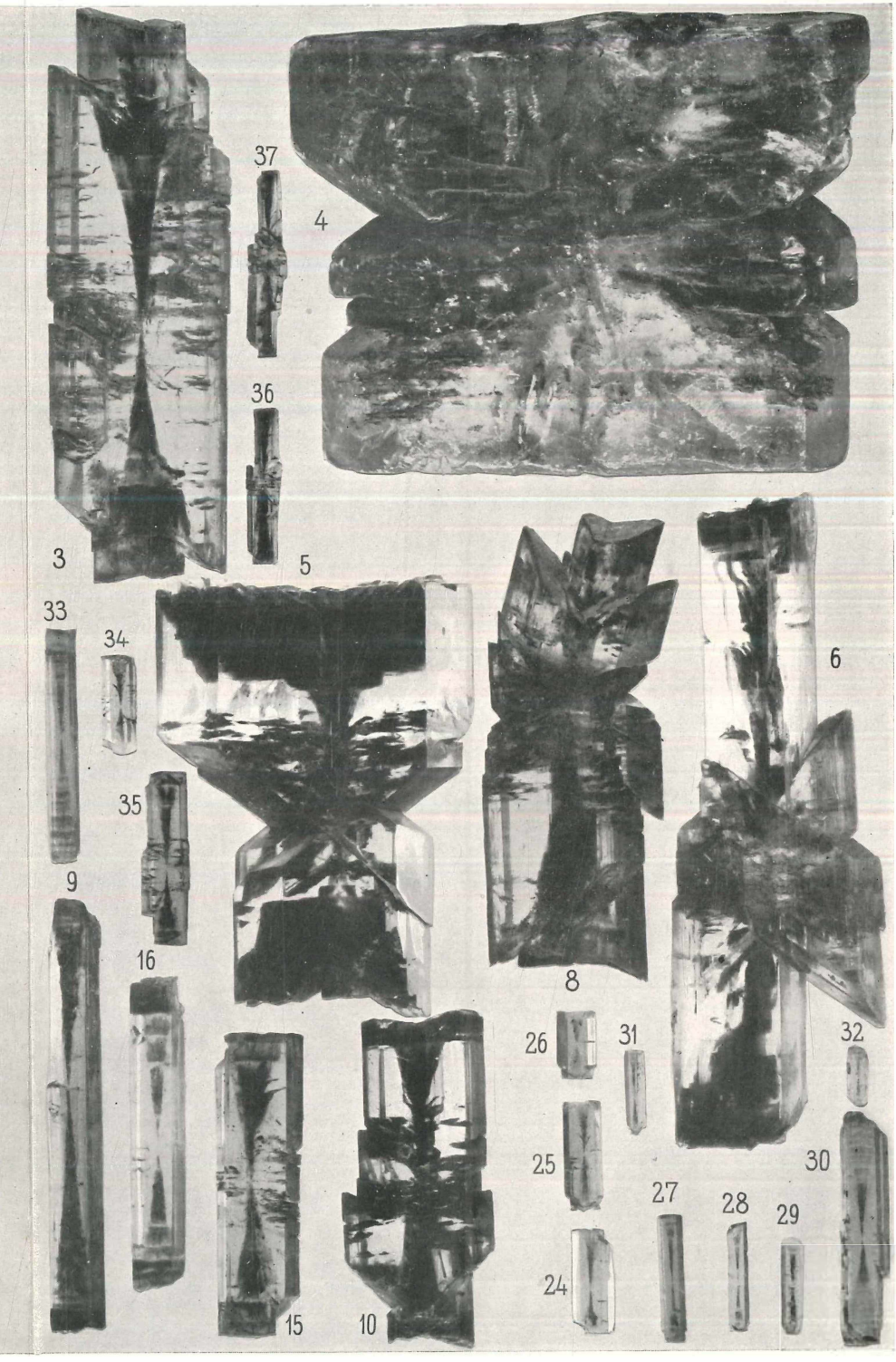
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



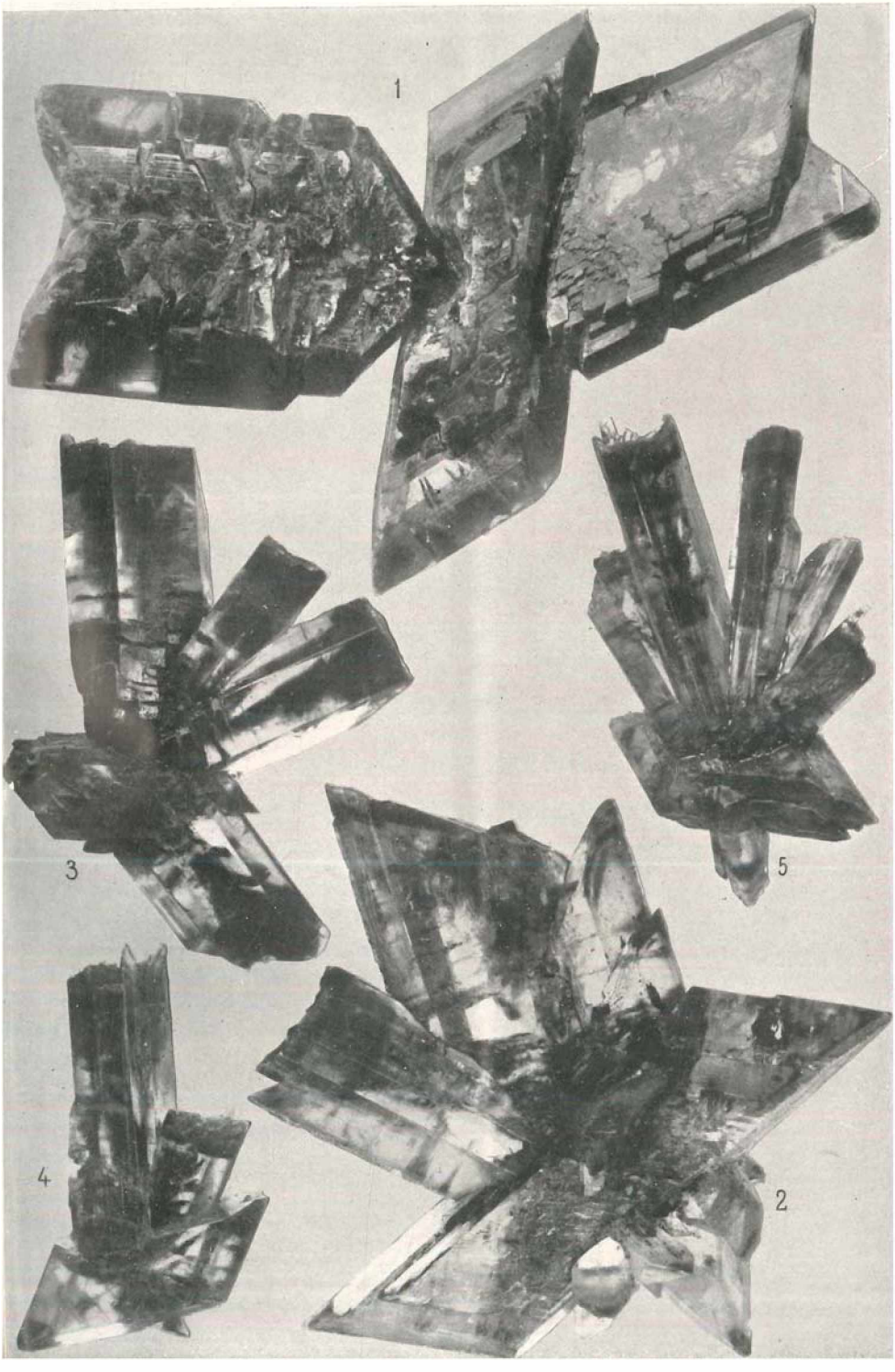
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

