

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Basel ; Naturforschende Gesellschaft Baselland
Band: 20 (2022)

Artikel: Die Morphologie der Calcit-Kristalle im Juragebirge
Autor: Andermatt, Paul J. / Richards, R. Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1008146>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 03.02.2026

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

Die Morphologie der Calcit-Kristalle im Jura Gebirge

PAUL J. ANDERMATT¹, R. PETER RICHARDS²

¹ Ruelle de la Condémine 5, CH-1321 Arnex-sur-Orbe

² Department of Geology, Oberlin College, Oberlin, Ohio 44074, USA

Zusammenfassung: Calcit ist das formenreichste Mineral der Erde. Kein anderes zeigt so viele verschiedene Kristallformen und Kombinationen. Mit nur wenigen Grundformen hat Calcit eine Vielfalt entwickelt, die staunen lässt. Im Jura sind unübliche und wasserklare Ausbildungen sowie die einzigartigen Calcit-Zwillinge besonders gesucht. Calcit ist auch der Hauptbestandteil von Kalkstein und kommt in einer Vielzahl von faszinierenden Formen vor, die von mikroskopisch kleinen Nadeln in gewissen Böden bis hin zu grossen und vielfältigen Höhlenformationen reichen.

Schlüsselwörter: Calcit, Kristalle, Kristallformen, Calcit-Zwillinge, Mesozoikum, Jura Deutschland, Jura Schweiz, Jura Frankreich.

Résumé: La calcite est le minéral qui présente le plus grand nombre de variations morphologiques sur la terre. Malgré un petit nombre de formes de base, aucun autre minéral ne présente autant de formes cristallines et de leurs combinaisons. Cette diversité est étonnante. Ainsi, dans le Jura, on trouve des agrégats cristallins parfaitement limpides et des macles exceptionnelles, qui sont particulièrement recherchés. La calcite est également le principal composant du calcaire et se présente sous une grande variété de formes fascinantes allant d'aiguilles microscopiques dans certains sols à diverses formations de grande taille dans des grottes.

Mots-clé: Calcite, cristaux, formes de cristaux, macles de calcite, mésozoïque, Jura allemand, Jura suisse, Jura français.

Abstract: Calcite is the most morphologically variable mineral on the earth. No other mineral has as many crystal forms and combinations of forms. With just a few basic kinds of forms, calcite has a diversity of shapes that is astonishing. Particularly sought after in the Jura are unusual and water-clear crystal aggregates and unique twins. Calcite also is the main component of limestone, and occurs in a wide variety of fascinating shapes ranging from microscopic needles in certain soils to large and diverse cave formations.

Key Words: Calcite, crystals, crystal forms, calcite twins, Mesozoic Era, German Jura, Swiss Jura, French Jura.

1. Einführung

Von allen Mineralien hat Calcit die grösste Vielfalt an Formen und Ausprägungen. Darüber hinaus ist er weit verbreitet, recht leicht zu finden und Stufen sind preiswert zu erwerben. Damit ist er für Anfänger und fortgeschrittene Sammler gleichermaßen interessant. Die deutsche Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie e.V. hat im Mai Calcit als Mineral des Jahres 2021 ausgerufen. Unseres Wissens gibt es aber noch keine umfassende Würdigung dieses Minerals im Juragebirge.

Hier geben wir einen Überblick über die Formen von Calcit im Juragebirge. Wir stützen uns dabei auf die Literatur und auf die Kenntnisse und Funde von Kollegen und Freunden. Dazu bringen wir eigene Beobachtungen, Fotos von Beispielen der Calcitformen, viele davon aus der Sammlung des Erstautors, und morphologische Analysen dieser Kristalle und entsprechende computergenerierte Kristallzeichnungen des Zweitautors.

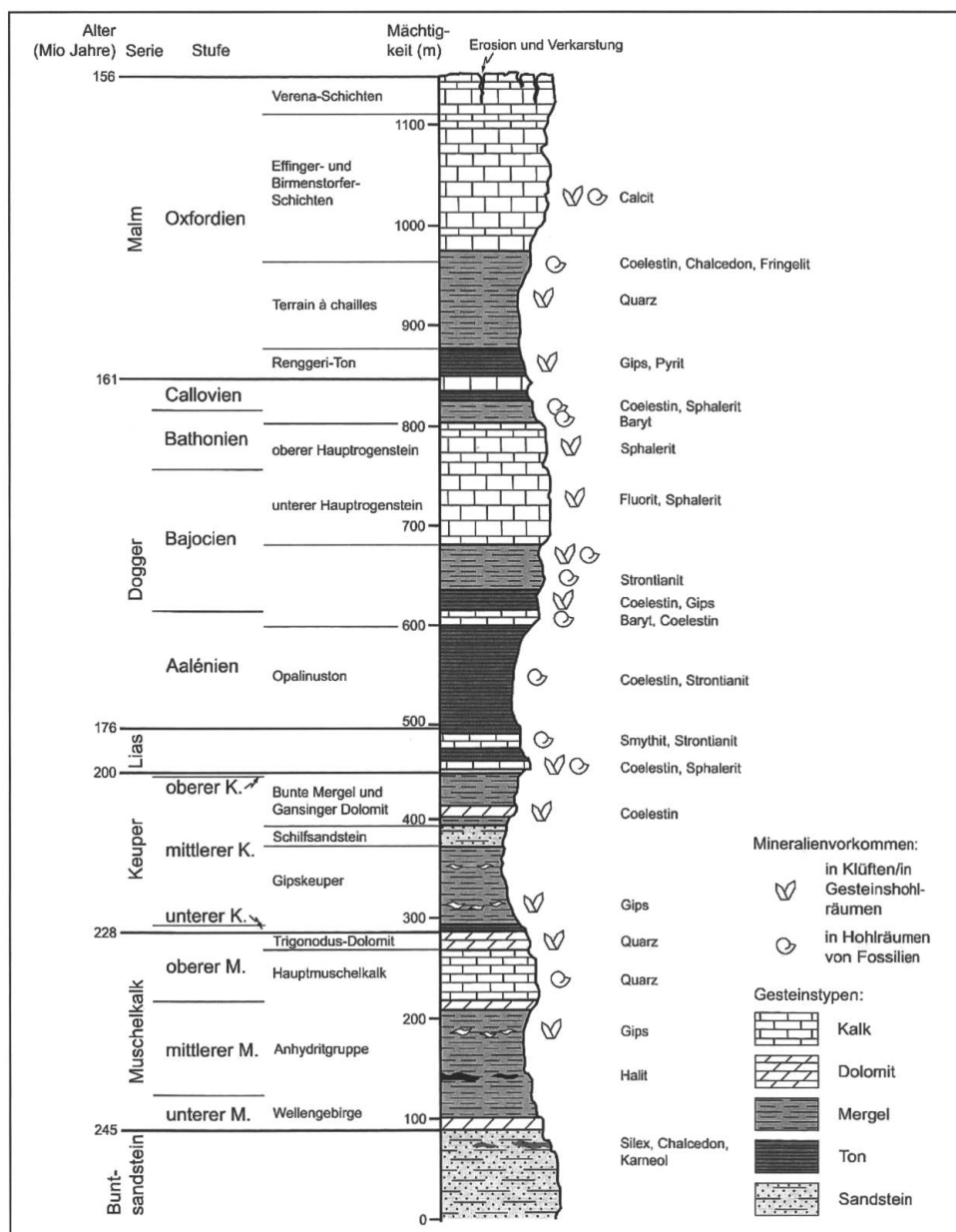


Abb. 1: Östlich von Biel treten häufig Aufschlüsse von Jura-Schichten auf. Hier ein Schnitt aus dem Baselbiet. Die Benennungen variieren von einer Gegend zur andern. Reproduziert aus Pusch- nig (2010).

Local Formations	Mean Thick.	Microfacies and Lithology
Urgonian limestones s.s. Urgonien Blanc	10 to 55 m	Oomicrite to oobiomicrite with builder organisms (rudists, stromatoporoids), orbitolinids and dasycladaceae.
MR	2 m	Orange to yellowish marls intercalated with limestones rich in stromatoporoids and corals
Urgonian limestones s.l.? Urgonien Jaune	30 m	Grainstones with oolites, extraclasts, large bryozoan debris and crinoids. Whereas no current beddings are noted at the bottom of the Urgonien Jaune, its upper part is characterized by well-sorted oolitic grainstones with current and even planar beddings organised into thinning-upward parasequences.
Upper P.J.N	40 m	Orange to yellow oolitic grainstones rich in bryozoans and crinoid debris, well-marked current bedding. Some marly intervals are clearly enriched in glauconite.
MU	< 1 m	Orange clayey marls rich in glauconite over a hardground with burrows and oysters.
Lower P.J.N	25 m	Orange to yellow oolitic grainstones rich in bryozoans and crinoid debris, well-marked current bedding. Silex are common.
MKZ	< 5 m	Yellowish, more or less marly limestones (wackestones and grainstones with current beddings) with thin marly intercalations.
MBH	30 m	Dark calcareous marls with several glauconite-rich layers, open marine sedimentation. Ammonites and brachiopods are easily found.
MA	< 1 m	Yellow condensed marly interval, rich in ammonites.
CR		Current-bedded, ferrugeneous grainstone which becomes nodular upward.

Abb. 2: Zeitliche Abfolge im Neuenburger und Waadtländer Jura. In dieser Gegend ist oft die Kreide aufgeschlossen. Die Mächtigkeit kann beträchtlich sein; so erreicht sie im Steinbruch Eclépens VD rund 115 m. Modifiziert nach Godet (2006).

Abkürzungen: CR Calcaire Roux, MA Marnes à Astieria, MBH Marnes bleues d'Hauterive, MKZ Mergelkalk-Zone, P.J.N Pierre Jaune de Neuchâtel, MU Marnes d'Utins, MR Marnes de la Russille.

1.1 Geologie

Das Juragebirge erstreckt sich von Deutschland (fränkischer und schwäbischer Jura) über die Schweiz bis nach Frankreich (Gegend von Chambéry). Seine Erscheinungsform wird durch Kalkgesteine des Mesozoikums geprägt und ist im westlichen Bereich mit den letzten Phasen der Alpenfaltung ursächlich verknüpft. Der mittlere, dominierende Teil der Gesteinschichtfolge wird als Juraformation (kurz Jura) bezeichnet. Kreidesedimente sind nur westlich von Biel aufgeschlossen. Im Osten sind sie gar nicht abgelagert oder während des Tertiärs abgetragen worden. Die Jura- und Triasschichten (Abb. 1), die im Osten erscheinen, verschwinden im Westen unter jüngeren Schichten (Abb. 2). Ungefähr nördlich der Linie Liesberg–Baden liegt der Tafeljura, südlich der stärker

gefaltete Faltenjura. In Frankreich schliesst der Plattenjura an, in dem die Faltung weniger wirksam war.

Im stratigraphischen Sinn wurde der Name Jura erstmals von A. von Humboldt verwendet (von Humboldt, 1799). Er übertrug den Namen des Juragebirges auf die weissen Kalke und nannte sie Jurakalke. A. Brongniart erweiterte 1829 den Begriff auf die gesamte Abfolge, die danach durch L. von Buch 1839 in drei Abschnitte unterteilt wurde. Schliesslich etablierte F.A. Quenstedt 1843 die Namen Schwarzer, Brauner und Weisser Jura. Besonders für den Schweizer und den französischen Jura sind heute die Benennungen Lias, Dogger und Malm üblich.

Der Jurazug besteht aus Sedimentgesteinen, hauptsächlich Meeresablagerungen, aus der Zeit, als hier ein tropisches Meer vorzufinden war. Das Gebiet ist hauptsächlich aus jurassi-

schen Gesteinen (ca. 201 Millionen bis 145 Millionen Jahre alt) aufgebaut. Von der Gegend um Biel westwärts ist auch die Kreide (ungefähr 145 bis 66 Millionen Jahre alt) aufgeschlossen. Im Kalk und Mergel hat Calcit eine ausgedehnte Verbreitung erlangt. Er kann in Geoden (Hohlräumen in Gestein), Rissen, Gesteinsspalten und Karsthöhlräumen angetroffen werden.

Die Entstehung der Alpen war bekanntlich mit massiven tektonischen Bewegungen verbunden, bei denen die Gesteine grossem Druck und grosser Hitze ausgesetzt waren. Gegen das Ende der Alpenentstehung, vor etwa 5 Millionen Jahren, wurde das Jura Gebirge angehoben, war aber im Gegensatz zu den Alpen nur minimalen thermischen Einflüssen ausgesetzt. So kristallisierten die Mineralien während dieser Faltung unter niedrigen thermischen Bedingungen, in der Grössenordnung von 56–68°C (de Haller (2011) respektive 50 bis 70°C (de Haller 2015). In Gebieten, die intensiv von grossen Verwerfungen betroffen sind, wie beispielsweise die Faille de Pontarlier, konnten durch hydrothermale Zirkulation lokal höhere Temperaturen erreicht werden (Andermatt et al. 2019). In ihrer Arbeit über den Jura-Ausläufer Mormont schreibt Scheidt (2019), dass sich die Kristalle vermutlich im unteren Bereich von 60–140°C bildeten. Diese Umstände dürften zur besonderen Vielfalt von Calcitausbildungen (und anderer Mineralien) in diesem Jura-Ausläufer beigetragen haben. Abklärungen über die Geothermie dürften weitere Erkenntnisse liefern (Nathan Looser ETHZ 2021 pers. Mittg.)

1.2 Calcit

Calcit, Kalkspat, Kalk, chemisch Calciumcarbonat CaCO_3 , ist ein weit verbreitetes Mineral mit den Hauptbestandteilen Calcium, Kohlenstoff und Sauerstoff im Verhältnis 1:1:3. Calcit gehört zum trigonalen Kristallsystem (Strunz 1982). Der Begriff Calcit wurde erstmals vom österreichischen Mineralogen Wilhelm Karl von Hardinger (1795–1871) verwendet und leitet sich vom lateinischen *calx* und der Endung für Stein oder Mineral, *ab* (www.etymonline.com/word/calcite).

Volumenmässig macht Calcit 22% der Sedimentgesteine der Erde aus. Er kommt gesteinsbildend in magmatischen, metamorphen und

sedimentären Gesteinen vor, als Kristalle in Klüften fast aller Gesteine. Obwohl die Kristallformen faszinierend sind und die morphologische Vielfalt einzigartig ist und gelegentlich auch wasserklare Bildungen zu finden sind, wird dieses Karbonat nicht von allen Mineraliensammlern geschätzt. Naturalisten erkennen Calcit meistens auf den ersten Blick, da sich Calcit zu körnigen, lamellaren, faserigen, stalaktitischen, erdigen, linsenförmigen, knötchenförmigen, korallenartigen, bazillären, strahlenförmigen, wurzelförmigen oder kreidigen Aggregaten zusammenfügt.

Calcit besitzt eine perfekte Spaltbarkeit. Bei farblosen, durchsichtigen Kristallen erkennt man eine intensive Doppelbrechung oder doppelte Polarisierung, die sehr charakteristisch ist. Lesern, die sich für die Entdeckung dieser Eigenschaft interessieren, sei die Broschüre «Calcit extraLapis 14» (1998) empfohlen.

Leicht löslich in Säuren, was ein starkes Brausen ergibt, ist Calcit auch ein ziemlich weiches Mineral, das leicht von Stahl oder Glas zerkratzt werden kann. Dank dieser Eigenschaften wird die Bestimmung erleichtert.

Als Kalkstein und metamorph zu Marmor umgewandelt, baut Calcit Gebirge auf. Calcit verbindet Sandkörner zu Sandstein. Calcit baut Tropfsteine, Korallen und Seeigelstacheln auf, verkrustet Pfannen und Leitungen. Calcit ist wichtiger Bestandteil von technischen Produkten wie Zahnpasta, Reinigungsmitteln und Papier. Dieses Karbonat dient weiter als Ausgangsmaterial einer Vielzahl chemischer Produkte. Calcit wird ebenso für die Herstellung von Stahl und zur Raffination von Zucker benötigt.

Calcit ist das Mineral mit dem grössten Formenreichtum. Bekannt sind mehrere Hundert kristallografische Formen. In Victor Goldschmidts «Atlas der Krystallformen» (1939) sind 2544 verschiedene Calcit-Kristalle abgebildet.

2. Elemente der Morphologie von kristallinem Calcit

2.1 Symmetrie von Calcit

Calcit gehört der skalenoedrischen Klasse des trigonalen Symmetriesystems an. Diese Symme-

tricklasse enthält eine Hauptachse, die c-Achse, die normalerweise vertikal ausgerichtet ist, und drei a-Achsen, die senkrecht zur c-Achse und in einem Winkel von 120° zueinanderstehen (Abb. 3). Die c-Achse ist eine Achse mit dreifacher Drehung – dreht man einen idealen Kristall um ein Vielfaches von 120° , so erscheint das identische Bild wie vor der Drehung. Die a-Achsen sind zweifache Rotationsachsen. Genau zwischen den drei a-Achsen gibt es drei Spiegelebenen, die jeweils im rechten Winkel zu einer der a-Achsen stehen und alle parallel zur c-Achse verlaufen.

Darüber hinaus gibt es ein Inversionszentrum, das jeden Punkt auf dem Kristall mit einem äquivalenten Punkt verbindet, der entlang einer Linie durch das Zentrum des Kristalls gleich weit vom Kristallzentrum entfernt ist.

Diese Symmetrieelemente spiegeln die zugrunde liegende Ordnung der Kristallstruktur wider und bestimmen die Arten von Formen, die auf Kristallen mit dieser Symmetrie auftreten können.

2.2 Grundformen von Calcit und anderen trigonalen Mineralien

Die Flächen von Kristallen fallen in Gruppen, die aufgrund der Symmetrieelemente ihrer Kris-

tallklasse äquivalent sind. Alle Flächen, beispielsweise eines Würfels, sind gleichwertig. Solche Gruppen von Flächen nennen wir Formen. Für trigonale Minerale der skalenoeidrischen Klasse gibt es sechs Grundtypen von Formen, die als Grundformen bezeichnet werden. Eine solche kann in der trigonal-skalenoeidrischen Symmetrieklasse nur 2, 6 oder 12 Flächen haben.

Die sechs Grundformen sind in Abb. 4 dargestellt. Die allgemeinste Form in dem Sinne, dass ihre Flächen die geringste geordnete Beziehung zu den Kristallachsen haben, ist der **Skalenoeder** mit 12 Flächen (Abb. 4A). Seine Flächen treffen in unterschiedlichen Abständen vom Zentrum auf die a-Achsen; er ist gekennzeichnet durch sechs Flächen oben und sechs Flächen unten, die ungleichseitige Dreiecke sind und die sich am Äquator des Kristalls in einer Zickzacklinie treffen.

Rhomboeder (Abb. 4B) haben rautenförmige Flächen, von denen jede parallel zu einer der a-Achsen verläuft. Diese spezielle Ausrichtung führt (gegenüber Skalenoedern) zu einer Verringerung der Anzahl der Flächen von 12 auf 6, drei oben und drei unten. Wie die Skalenoeder treffen sich die Rhomboeder am Äquator in einer Zickzack-Linie.

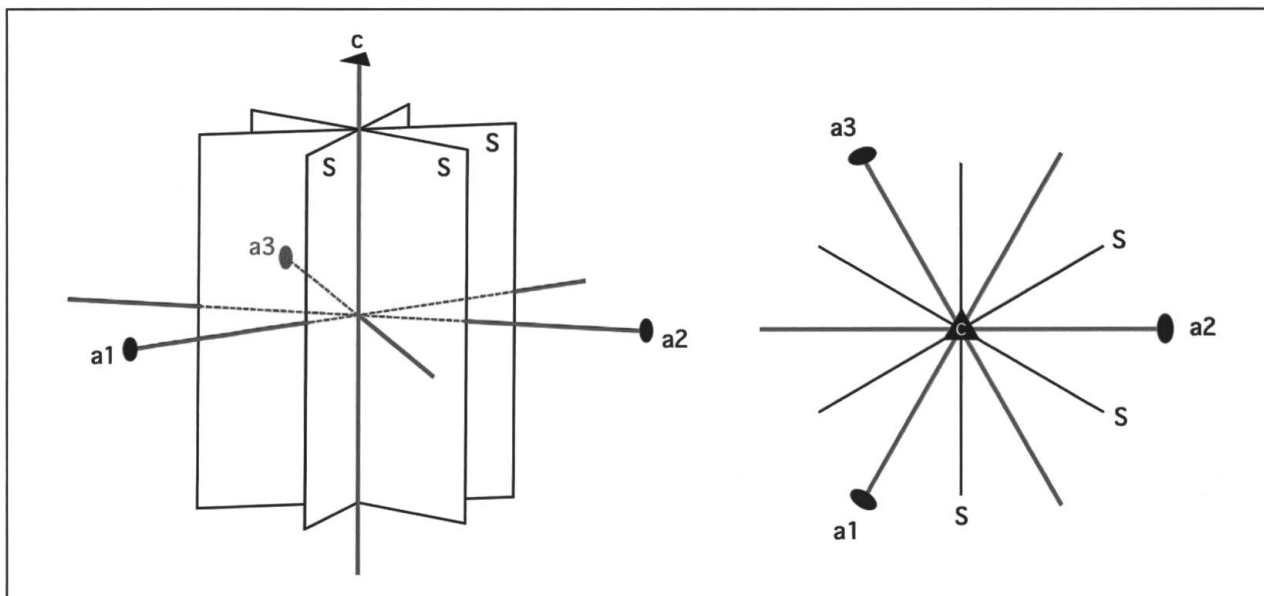


Abb. 3: Die Symmetrieelemente der trigonal-skalenoeidrischen Kristallklasse, S = Spiegelebene. Das Dreieck auf der c-Achse zeigt an, dass es sich um eine dreifache Drehachse handelt. Die ovalen Formen auf den a-Achsen geben an, dass es sich um zweifache Achsen handelt. Links: Seitenansicht; rechts: Aufsicht.

Eine weitere Grundform ist das **Basispinakoid** (Abb. 4C), das aus zwei Flächen im rechten Winkel zur *c*-Achse und in gleichem Abstand vom Zentrum besteht. Die beiden Flächen sind durch ein Inversionszentrum miteinander verbunden. Durch die Rotationen und das Spiegeln werden diese Flächen einfach in sich selbst oder in die gegenüberliegende Fläche transformiert. Basispinakoide können nicht allein auftreten, sie müssen mit anderen Formen kombiniert werden, um einen vollständigen Kristall zu bilden.

Basispinakoide bilden die Zwillings Ebenen bei Zwillingen nach Gesetz (0001) (siehe unten), sind aber als Kristallflächen nicht im Jura gefunden worden.

Flächen, die parallel zur *c*-Achse stehen, bilden **Prismen** (Abb. 4D und 4E). Es gibt zwei sechseckige oder hexagonale Prismen; das eine hat seine Flächen im rechten Winkel zu den *a*-Achsen, das andere im rechten Winkel zu den Spiegelebenen. Jede andere Fläche parallel zur *c*-Achse gehört zu einem **dihexagonalen Prisma**. Hexagonale Prismen haben 6 Flächen, dihexagonale Prismen haben 12 Flächen. Hexagonale Prismen kommen auf Jura-Kristallen häufig vor, dihexagonale sind uns vom Jura aber nicht bekannt.

Die letzte Grundform, die **hexagonale Dipyramide** (Abb. 4F), tritt auf, wenn Flächen zwei *a*-Achsen in gleichem Abstand vom Zentrum schneiden und nicht parallel zur *c*-Achse sind. Die Flächen sind gleichschenklige Dreiecke, und sie treffen sich am Äquator in einer geraden Linie, die ein Sechseck rechtwinklig zur *c*-Achse bildet. Hexagonale Dipyramiden kommen nur als kleine Flächen auf einigen Jura-Kristallen vor.

2.3 Bravais-Miller-Indizes

Kristallflächen und -formen hexagonaler und trigonaler Minerale werden traditionell mit Sätzen von vier Zahlen bezeichnet, die als Bravais-Miller-Indizes bezeichnet werden. Diese sind äquivalent zu den Miller-Indizes, die in anderen Symmetriesystemen verwendet werden, ausser dass sie wegen der zusätzlichen *a*-Achse im hexagonalen und trigonalen System eine zusätzliche Zahl haben. Die vier Zahlen stellen die

Schnittpunkte der Flächen mit den Kristallachsen dar, werden jedoch aus den Kehrwerten der Schnittpunkte und nicht aus den Schnittpunkten selbst abgeleitet. Die Zahlen sind von Klammern oder geschweiften Klammern umgeben, wie z. B. $(32\bar{5}1)$ oder $\{11\bar{2}2\}$. Ein Strich über einer Zahl zeigt einen negativen Wert an. Die Zahlen beziehen sich in dieser Reihenfolge auf die drei *a*-Achsen a_1 , a_2 , und a_3 und die *c*-Achse. Da die drei *a*-Achsen mathematisch nicht unabhängig sind, ist der dritte Index immer gleich dem Negativ der Summe der ersten beiden. Eine 0 in einem Bravais-Miller-Index zeigt an, dass die entsprechende Fläche parallel zu dieser Achse liegt. Bravais-Miller-Indizes beschreiben die Orientierungen der Flächen auf einem Kristall, aber nicht, wie gross sie sind; sie beschreiben die Form, nicht die Grösse.

Die in Klammern eingeschlossenen Bravais-Miller-Indizes – $(32\bar{5}1)$ – beziehen sich auf die spezifische Fläche mit diesen Indizes. In geschweifte Klammern eingeschlossene Bravais-Miller-Indizes beziehen sich auf die Form, auf alle Flächen, die in der gleichen Form zusammen sind. So bezieht sich $\{32\bar{5}1\}$ auf alle 12 Flächen eines Skalenoeders. Welche Klammern verwendet werden, hängt davon ab, ob auf eine bestimmte Fläche oder auf die gesamte Form Bezug genommen wird.

Buchstaben werden oft verwendet statt Indizes, besonders in Zeichnungen, um verschiedene Formen darzustellen. In verschiedenen Studien können jedoch unterschiedliche Buchstaben für dieselbe Form verwendet werden, selbst wenn sie mit dem gleichen Mineral zu tun haben. In Gegensatz dazu stellt ein bestimmter Satz von Bravais-Miller-Indizes die gleiche Form für alle Calcite dar.

2.4 Offene und geschlossene Formen

Geschlossene Formen wie z. B. Würfel, Rhomboeder oder Skalenoeder umschliessen den innen liegenden Raum vollständig. Sie können als alleinige Form an einem Kristall auftreten, weil dieser dann allseitig von Flächen begrenzt wird (Abb. 4A, B, F). Bei den **offenen Formen**, Prismen und dem Pinakoid, ist das nicht der Fall

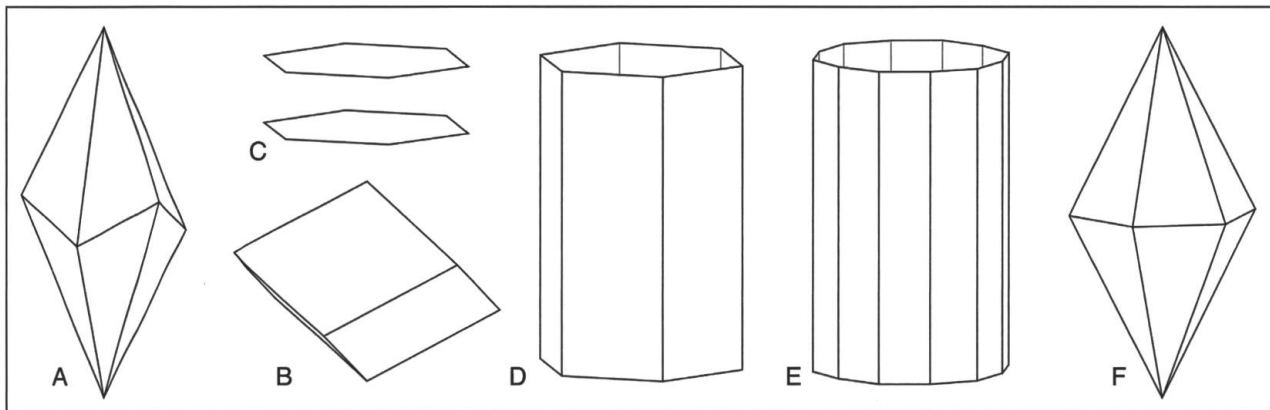


Abb. 4: Die sechs Grundformen der Calcit-Kristalle: A Skalenoeder, B Rhomboeder, C Basispinakoid, D hexagonales Prisma, E dihexagonales Prisma, F hexagonale Dipyramide.

(Abb. 4C, D, E), sie können daher nicht alleine am Kristall auftreten, sondern nur in Kombination mit anderen Formen.

2.5 Fixe und variable Formen

In einigen Kristallsystemen erscheinen gewisse Formen immer gleich, wenn sie allein stehen. Würfel sind immer Würfel; Oktaeder sind immer Oktaeder. Bei Calcit trifft dies weniger zu. Das Basispinakoid hat immer zwei Flächen im rechten Winkel zur c-Achse, aber sein Aussehen wird durch die Flächen bestimmt, die sich anschließen, um den Raum zu umschließen. Bei hexagonalen Prismen liegen ihre Flächen immer 60° auseinander, aber sie können gedrunen oder gestreckt sein, je nachdem, was an sie anschliesst. Die geschlossenen Formen sind variable Formen, auch wenn sie allein auftreten. Hexagonale Dipyramiden haben immer gleich-

schenkliche Dreiecke als Flächen, aber die Flächen können spitz oder stumpf sein. Die variabelsten Grundformen sind die Rhomboeder und Skalenoeder, die steil oder gedrunen sein können, und die Zickzacklinie um die Mitte kann fast flach oder ziemlich steil sein. Die Abb. 5 und 6 zeigen etwas von der Vielfalt dieser Formen.

Mehr als 700 Einzelformen sind für Calcit beschrieben worden (Palache 1943). Sicherlich sind viele von ihnen recht selten, aber selbst wenn man nur die üblichen Formen betrachtet und die Variabilität, wie sie zu zwei, drei, fünf oder sogar mehr gleichzeitig kombiniert werden können (Abb. 7), ist die Anzahl der Möglichkeiten für Calcit immens. Calcit ist in der Tat das formenreichste Mineral der Erde.

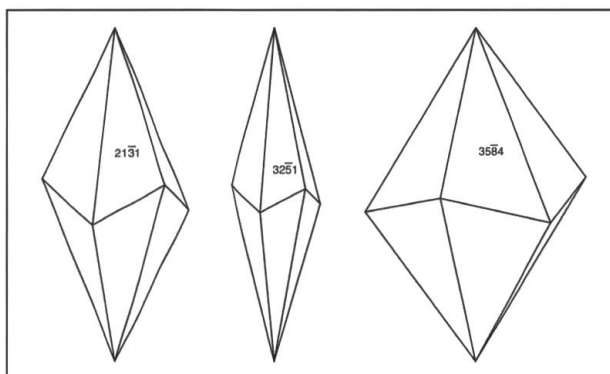


Abb. 5: Beispiele von verschiedenen Calcit-Skalenoedern.

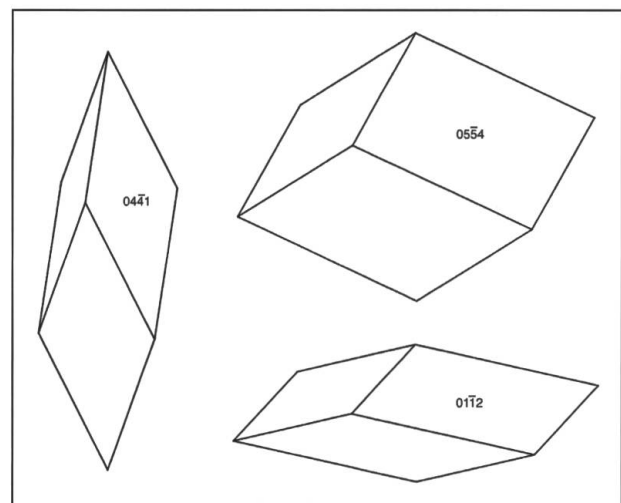


Abb. 6: Beispiele von verschiedenen Calcit-Rhomboedern.

Eine Liste der in dieser Studie beobachteten Calcitformen, die als Teil eines Kristalls abgebildet sind, sowie die Buchstaben, die zur Beschriftung der Zeichnungen verwendet wurden, sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Tabelle enthält auch die in Andermatt et al. (2019) beschriebenen Formen.

2.6 Zwillings-Kristalle

Zwillinge sind miteinander verbundene Kristalle derselben Substanz, die nicht zufällig und willkürlich, sondern gesetzmässig nach einem bestimmten sogenannten Zwillingsgesetz verwachsen sind. Es ist darauf zu achten, dass Zwillinge nicht mit Parallelverwachsungen verwechselt werden dürfen. Abb. 8 zeigt, dass bei echten Zwillingen in beiden Hälften die gleichen Flächen auftreten, die sich paarweise spiegeln. Beim Parallelwachstum fehlt diese Spiegelung – die Flächen sind paarweise parallel, nicht gespiegelt.

In den allermeisten Fällen treten Einkristalle auf. Zwillinge und Parallelverwachsungen sind, je nach Fundstelle, gar nicht vorhanden oder recht häufig und entstehen durch Baufehler in einem frühen Stadium der Kristallisation.

Die Mineralogie kennt für die Calcit-Kristalle vier Zwillingsgesetze (Richards 1999):

1. Der Zwilling nach der Basis (0001) ist weltweit wohl der häufigste. Die c -Achsen der beiden Kristalle haben die gleiche Ausrichtung. Dieser Zwilling besitzt einspringende Winkel zwischen den Verwachsungsflächen, die sich in der Mitte des Kristalls treffen (Abb. 9A). Diese fehlen jedoch, wenn der mittlere Teil des Kristalls aus einem Prisma oder einer Dipyramide besteht (Abb. 9B und C). Dieser Zwilling wird manchmal auch als Zwilling mit parallelen Achsen bezeichnet, im Gegensatz zu den anderen drei, die als Zwillinge mit geneigten Achsen bezeichnet werden.
2. Zwillinge nach dem stumpfen Rhomboeder ($01\bar{1}2$) sind recht oft anzutreffen. Die c -Achsen der beiden Kristalle bilden einen Winkel von $127^{\circ}30'$ (Abb. 10A). Wenn sich ein solcher Zwilling von der Matrix löst, zeigt er oft zwei Spaltflächen, eine auf jedem Einkristall, die eine umgekehrte V-Form (konkav) bilden; sie sind durch grüne Linien in der kleineren Abbildung angezeigt (diese Flächen stehen im rechten Winkel zur Zeichenebene).
3. Der Zwilling nach dem Haupt-Rhomboeder ($10\bar{1}1$) ist selten. Die c -Achsen bilden einen Winkel von $90^{\circ}46'$. (Abb. 10B). Eine Spalt-richtung auf jedem Kristall ist parallel zur Zwillingsebene und kann als tatsächliche Flä-

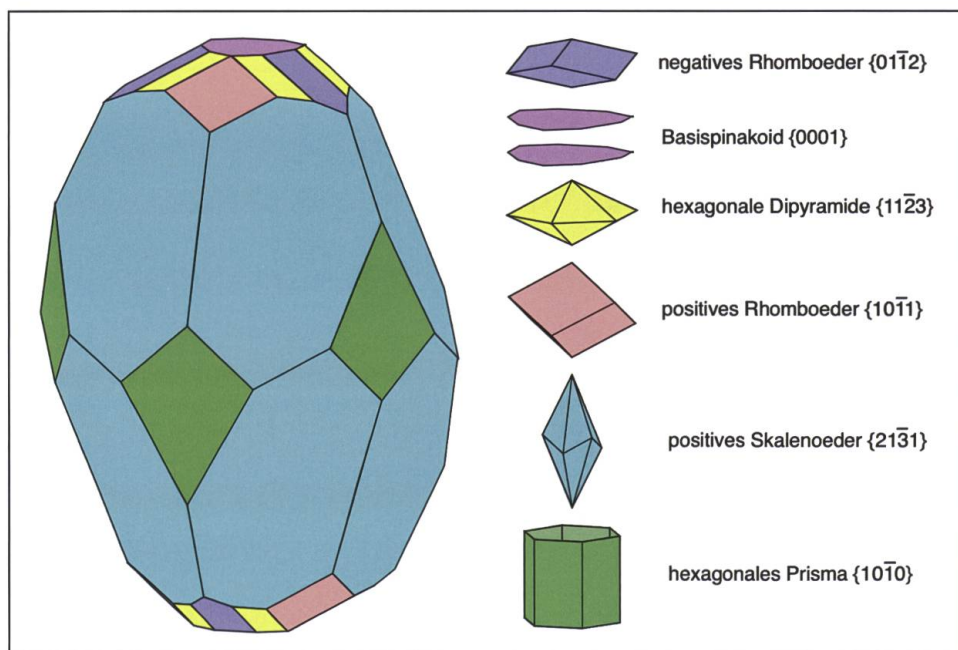


Abb. 7: Beispiel eines vielflächigen Calcit-Kristalls, welcher sechs verschiedene Formen einschliesst. Fünf von ihnen gehören zu verschiedenen Grundformen.

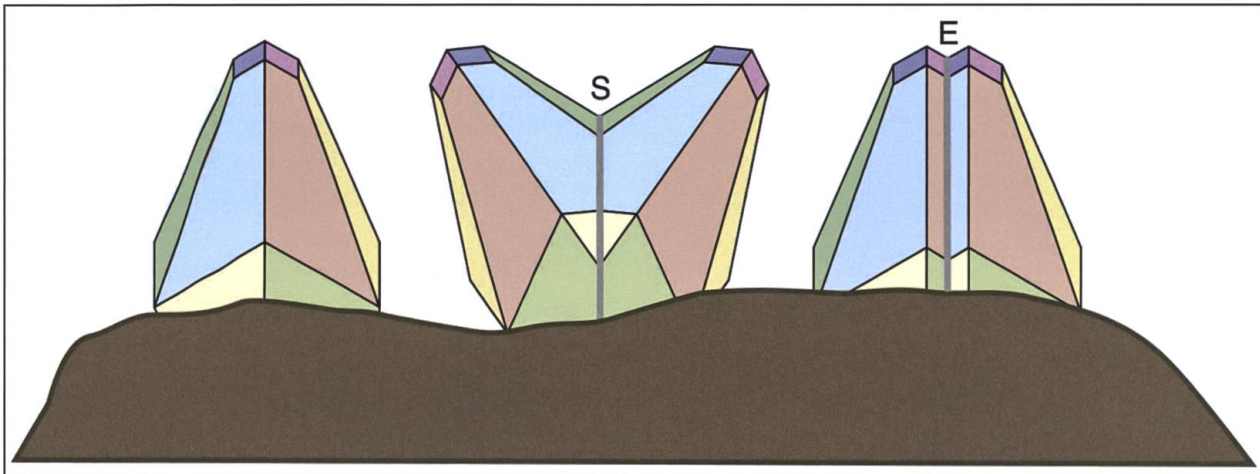


Abb. 8: Einkristalle, Zwillinge und Parallelverwachsungen. Links: Einkristall. Mitte: Zwilling mit einer Spiegelebene (S), mit gleichen Flächen links und rechts, die symmetrisch angeordnet sind. Rechts: Parallelverwachsung von zwei Kristallen, die durch irgendeine Ebene (E) verbunden sind; äquivalente Flächen können auftreten, sind aber versetzt, ohne Spiegelung.

che oder als paralleler Riss innerhalb des Zwillinges gesehen werden.

4. Der sehr seltene Zwilling nach dem negativen Rhomboeder ($02\bar{2}1$), weist zwischen den c -Achsen einen Winkel von $53^{\circ}46'$ auf (Abb. 10C). Wenn sich ein Zwilling von der Matrix löst, bilden zwei Spaltflächen, eine auf jedem Einkristall, eine V-Form (konvex), wie in der kleineren Abbildung grün dargestellt.

Zwar wurde von Parker und Diehl (1945) ein fünftes Gesetz beschrieben, kurz darauf aber widerlegt (Drugman 1948).

2.6.1 Kontakt- und Durchdringungszwillinge

Calcit-Zwillinge sind üblicherweise Kontaktzwillinge, bei denen zwei Individuen gleicher Grösse und mit gleichem Habitus durch eine Ebene verbunden sind, deren Richtung durch das Zwillingsgesetz vorgegeben ist. Da Zwillinge sehr früh im Wachstum der Kristalle entstehen, ist diese Zwillingsebene fast immer irgendwo in Kontakt mit dem Muttergestein, und dieser Punkt ist der Ursprung des Kristallwachstums.

Wesentlich seltener sind bei Calcit Durchdringungs- oder Penetrationszwillinge, bei denen die beiden Individuen nicht entlang einer Ebene verbunden sind, sondern aus dem Inneren des anderen hervorgehen (Abb. 11A, B). Alle Durchdrin-

gungszwillinge, die uns im Jura bekannt sind, sind Zwillinge nach Gesetz (0001).

2.6.2 Einzel- und Doppelzwillinge

Die meisten Zwillinge sind Einzel- und Kontaktzwillinge, wie oben beschrieben. Selten treten Doppelzwillinge (0001) auf, bei denen zwei

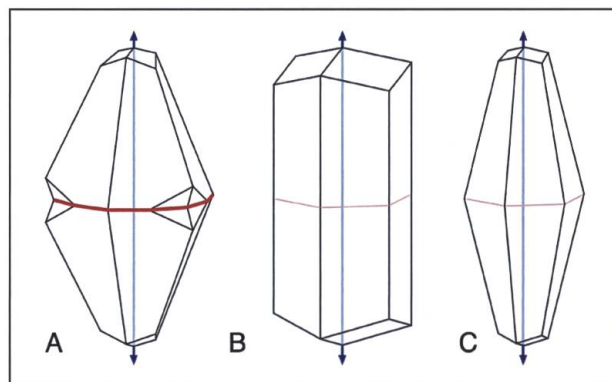


Abb. 9: Zwilling nach (0001), dem ersten der vier Zwillingsgesetze des Calcits. Die Zwillingsebene ist durch eine rote Linie gekennzeichnet. Hier sind die c -Achsen der beiden Individuen parallel, und an den meisten Kristallen treten einspringende Winkel auf, wie Abb. 9A. Diese Zwillinge haben keine einspringenden Winkel, wenn die Hauptform ein Prisma oder eine Bipyramide ist (9B, C), und der Zwilling nur an der Orientierung der Endflächen und an den Spaltflächen erkannt werden kann. Zwillinge nach (0001) werden oft als Parallelachsen-Zwilling bezeichnet.

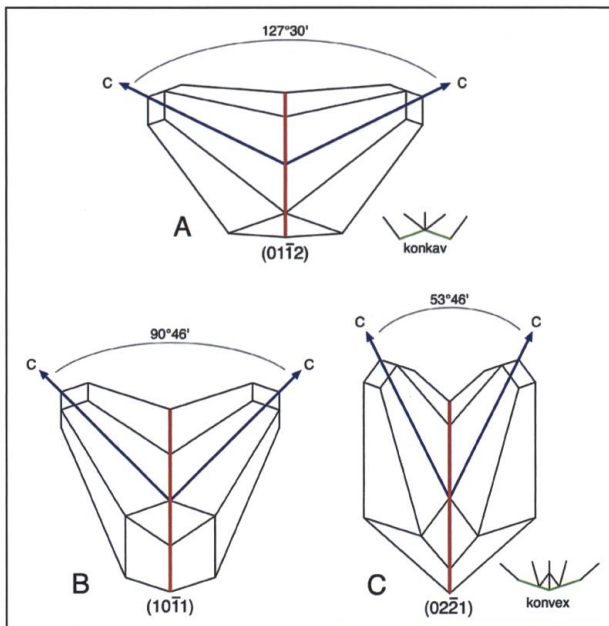


Abb. 10: Zwillinge nach $(01\bar{1}2)$, $(10\bar{1}1)$ und $(02\bar{2}1)$, den Zwillingen mit «geneigter Achse». Die c-Achsen der Individuen sind in bestimmten Winkeln orientiert, doch können diese Winkel bei vielen Zwillingen schwer abzuschätzen sein. Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$ (B) haben Spaltebenen, die parallel zur Zwillingssebene liegen, aber diese sind möglicherweise nicht sichtbar. Die beiden anderen Zwillinge zeigen oft charakteristische Winkel zwischen den Spaltebenen, die sich bilden, wenn sie sich von der Matrix lösen. Die kleinen Zeichnungen in Schwarz/Grün rechts von A und C zeigen die Winkel zwischen den Spalten auf beiden Seiten der Zwillingssebene. Diese Spaltwinkel, der eine konvex, der andere konkav, sind oft die beste Möglichkeit, zwischen $(01\bar{1}2)$ - und $(02\bar{2}1)$ -Zwillingen zu unterscheiden.

Zwillingssebenen parallel zueinander liegen. Dieses Phänomen wird in Abb. 12 an hypothetischen Kristallen gezeigt. Kommas und Schattierungen werden verwendet, um die Orientierung von Teilen des Kristalls zu zeigen. Der linke Kristall ist ein normaler, nicht verzwilligter Kristall, was symbolisch durch die Tatsache dargestellt wird, dass alle Kommas in der gleichen Orientierung liegen. Der mittlere Kristall ist ein normaler Einzelzwilling durch Reflexion (0001) . Der obere Teil ist ein Spiegelbild des unteren Teils, was durch umgekehrte (gespiegelte) Kommas und die Schattierung angezeigt wird. Zu beachten ist, dass die Kopfflächen an beiden Enden übereinander ausgerichtet sind, anstatt auf dem nicht verzwilligten Kristall in

alternierender Weise. Der rechte Kristall ist ein Doppelzwilling. Die mittlere Region ist relativ zum oberen Teil und relativ zum unteren Teil verzwilligt. Das Ergebnis der Doppelverzwilligung ist ein Kristall, dessen beide Enden in der gleichen Ausrichtung sind; nur der mittlere Teil ist verzwilligt.

Da Doppelzwillinge, wie auch Einzelzwillinge, früh im Wachstum des Kristalls auftreten, ist bei tatsächlichen Doppelzwillingen der mitt-

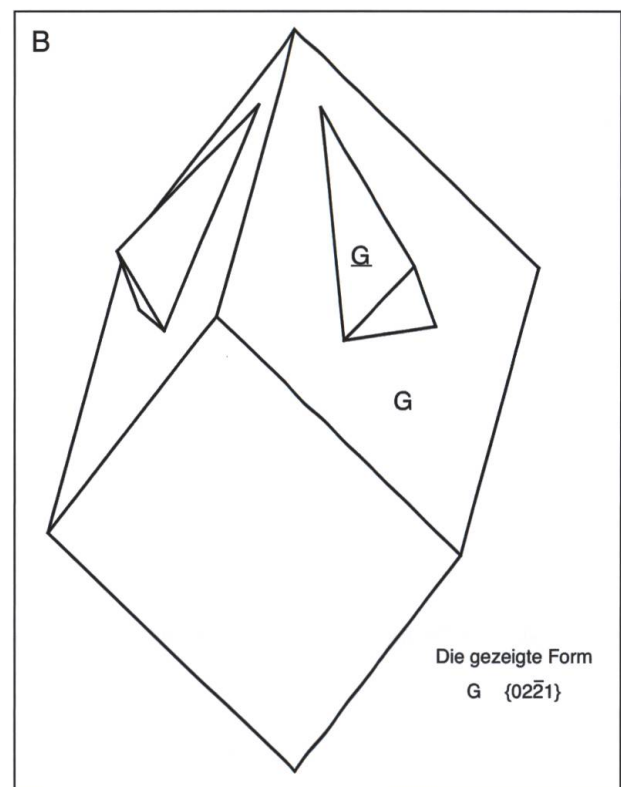


Abb. 11: (A) Calcit, Durchdringungszwilling nach Gesetz (0001) , Länge des Kristalls 50 mm, bräunlich, durchscheinend. Liesberg BL. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.

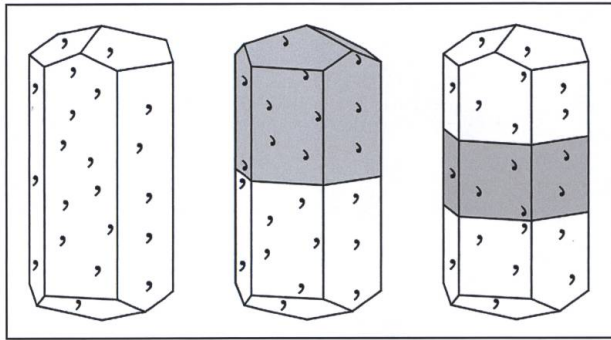


Abb. 12: Diagramm zur Erklärung von Doppelzwillingen. Links ein nicht verzwilligter Kristall; in der Mitte ein normaler Zwilling auf (0001); rechts ein Doppelzwilling auf (0001).

lere Teil sehr schmal – eine Zwillingsnaht – oft etwa 1 mm breit (oder weniger). Daher werden diese interessanten Zwillinge leicht übersehen und mit einem einzigen unverzwilligten Kristall verwechselt. Die Abb. 13A und 13B zeigen den einzigen Doppelzwilling aus dem Jura, der uns bekannt ist.

Zwillinge sind in der Regel grösser als Einkristalle. Der Grund ist, dass ein verzwilligter Kristall der Zwillingssebene entlang schneller wächst (Rykart 1986). Letztere beeinflusst in vielen Fällen auch ein schnelleres Wachstum in bestimmten Richtungen. Dies verleiht dem Zwilling ein anderes Aussehen als zwei unverzwilligten Kristallen, die zufällig in der gleichen Ausrichtung gewachsen sind.

3. Calcit im Juragebirge

Calcit-Kristalle sind in diesem Gebirgszug allgegenwärtig. Sie treten in prismatischen und vor allem sklenoedrischen Ausbildungen auf, westlich von Cornaux NE sind Rhomboeder stärker verbreitet. Calcit-Kristalle messen im Jura einige Millimeter, dezimetergrosse sind eine Ausnahme. Sie erscheinen meistens milchig. Wasserklare, glänzende Edelsteinqualität wie in La Sarraz VD gibt es anderswo kaum (Andermatt et al. 2019).

In den Juraformationen (Lias, Dogger und Malm) ist in Hohlräumen von Fossilien ausschliesslich sklenoedrischer Calcit anzutreffen (Abb. 14). In der Kreideformation sind Calcit-Kristalle in Fossilhohlräumen sehr selten, da die Schalen der Fossilien aufgelöst wurden und die

Hohlräume sich mit Sediment füllen. Somit blieb kein Platz mehr für Kristallwachstum.

Tab. 2 zeigt die bearbeiteten Formationen, aus denen dokumentierte Exemplare gesammelt wurden.

Viele Juramineralien, namentlich in Hohlräumen von Fossilien, sind generell älteren bis viel älteren Ursprungs als diejenigen der alpinen Zerrklüfte (Efimenko et al. 2014). Es gibt aber auch solche, die jüngeren Datums sind. Beispiele sind diejenigen, welche während der Jura-faltung vor 5 Millionen Jahren entstanden sind oder rezente, die in den letzten Jahrzehnten aus-

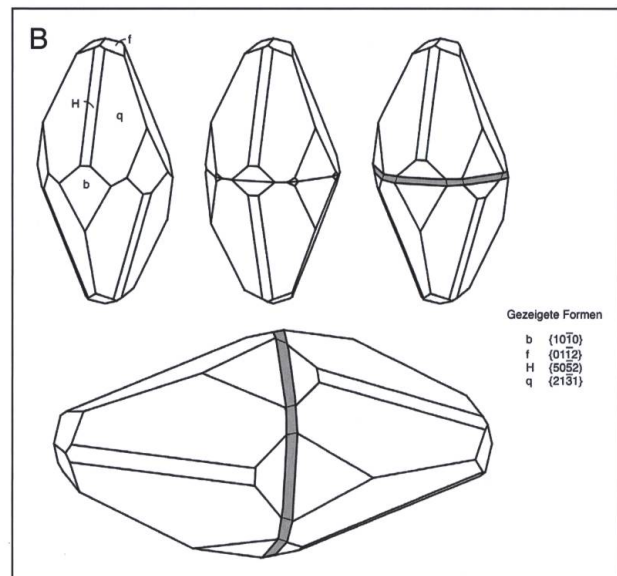


Abb. 13: (A) Calcit-Doppelzwilling nach (0001), Breite Kristalle 20 mm, unseres Wissens für den Jura eine grosse Seltenheit. Cornaux NE. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnungen. Oben: links ein unverzwilligter Kristall; in der Mitte ein normaler Zwilling (0001); rechts ein Doppelzwilling mit einem schmalen mittleren Bereich. Unten: der Doppelzwilling in der Ausrichtung des Fotos.



Abb. 14: Hämatitkugeln bis 1 mm Durchmesser und Goethitnadeln auf Calcit (Skalenoeder mit rhomboedrischen Kopf- flächen, farblos, durch- scheinend), in Ammonit- druse, Bildbreite 20 mm. Frick AG. Foto: Thomas Schüpbach.

kristallisiert sind: zum Beispiel Calcit, Aragonit, Gips, Jarosit und Hexahydrit.

Typische Fundstellen von Calcit-Kristallen sind Aufschlüsse bei Bauarbeiten und vor allem Steinbrüche. Natürliche Aufschlüsse sind normalerweise weniger interessant, da die vorkommenden Calcit-Kristalle recht schnell verwittern und dadurch unansehnlich werden. Kalkstein wurden früher viel öfter als heutzutage in Form von Quadersteinen für Gebäude benutzt.

4. Methoden

Der überwiegende Teil der Proben ist visuell respektive unter dem Stereo-Mikroskop bestimmt worden. Unterscheidungen zwischen Calcit und Aragonit konnten dank der zur *c*-Achse geneigten Spaltflächen von Calcit bestimmt werden. Aragonit haben wir in den gesammelten Kristallen nicht gefunden.

In gewissen Fällen wurden die Kristalle von der Matrix entfernt und mit einem zweikreisigen Goniometer der Marke STOE Heidelberg vermessen. Die Messungen wurden mithilfe bekannter trigonometrischer Beziehungen in Bravais-Miller-Indizes umgerechnet und die Zeichnungen mit der Software SHAPE (www.shape-software.com) erstellt.

Ein Calcit wurde röntgenografisch durch Nicolas Meisser, Musée de géologie, Lausanne, bestimmt.

Einschlüsse wurden mit einem Raman-Spektrometer bestimmt: Cédric Schnyder, Muséum d'histoire naturelle, Genf.

Für submillimetergrossen faser- und wurzelförmigen Calcit wurde die morphologische Studie mit einem Rasterelektronenmikroskop Tescan Mira II LMU REM durchgeführt: Pierre Vonlanten/Caroline de Meyer, Labor für Elektronenmikroskopie, Universität Lausanne.

5. Resultate

5.1 Morphologische Typologie der Calcit-Kristalle im Jura

In dieser Arbeit ist es nicht möglich, alle bedeutenden aufgelassenen und sich im Abbau befindenden Steinbrüche und Fundstellen sowie angetroffenen Formen zu diskutieren. Die Fotos und idealisierten Zeichnungen dokumentieren aber nicht nur die üblichen, sondern viele aussergewöhnliche Ausbildungen aus dem Jura.

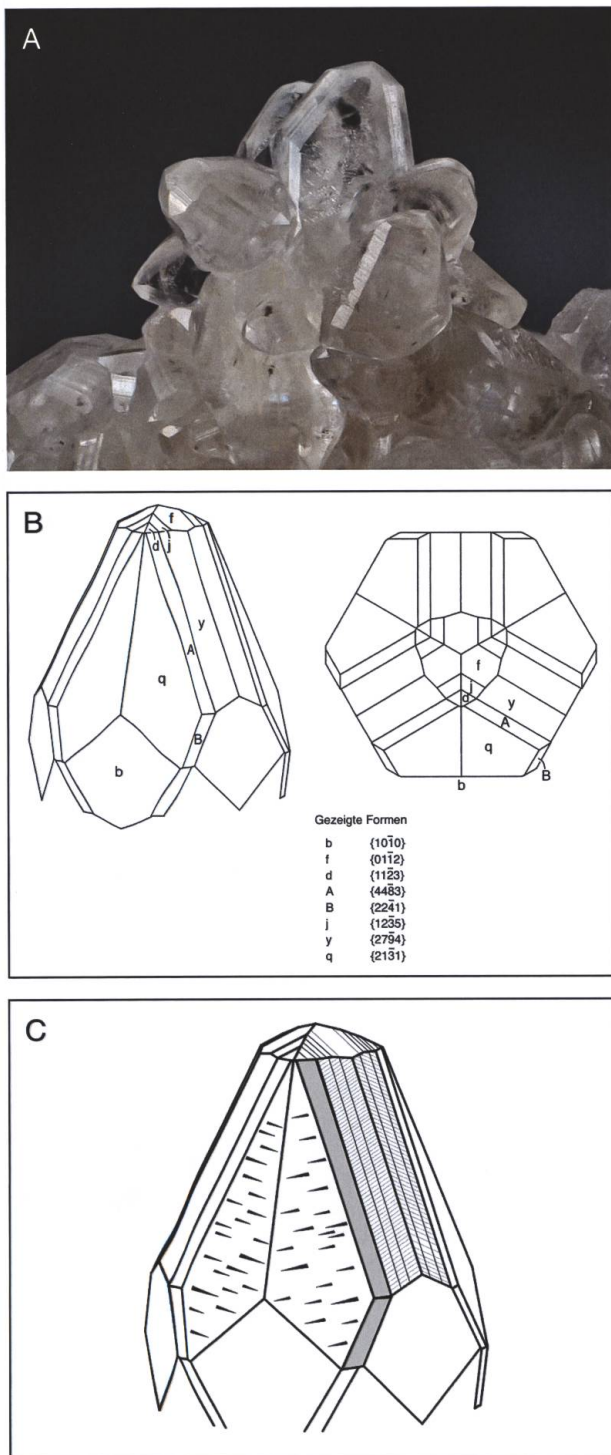


Abb. 15: (A) Calcit-Aggregat, vielfächige Kristalle (Skalenoeder, Rhomboeder) bis 4 mm Länge, mit schwarzen Einschlüssen (vermutlich Manganoxide), durchsichtig, farblos. Liesberg BL. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung. (C) Zeichnung, die die typische Ornamentik der verschiedenen Flächen des Calcits in Abb. 15A darstellt. Die Prismenflächen sind flach und glänzend. Die Paare grosser skalenoedrischer Flächen sind durch spitze Ätz-

gruben gekennzeichnet, deren schärfere Enden auf die Kante zwischen den beiden Flächen zeigen. Die dünnen, schmalen, äusseren Flächen zeigen eine matte Textur. Die Flächen y in Abb. 15B sind vertikal in drei Abschnitte unterteilt und diagonal gestreift. Schliesslich gehen die Kopfflächen in gekrümmte Flächen über. Sie bilden drei solche abgerundete Flächen, die die Spitze umgeben, mit gut definierten Kanten dazwischen. Die meisten dieser Merkmale sind an mehreren Stellen auf Kristallen in Abb. 15A zu erkennen. Diese Kristalle sind ausgezeichnete Beispiele für die Komplexität realer Kristalle und den Grad der Vereinfachung, der oft mit der Zeichnung «idealer» Kristalle verbunden ist.

5.1.1 Einfache Kristalle

Östlich von Cornaux treten skalenoedrische (2131) Kristalle mit rhomboedrischen Kopfflächen (10 $\bar{1}$ 1) am häufigsten auf. Westlich von Cornaux werden vermehrt Rhomboeder angetroffen, hauptsächlich (01 $\bar{1}$ 2). Wenn diese mit flüssigem Bitumen vorkommen, sind sie eher nach (10 $\bar{1}$ 1) ausgebildet. Es sind weitere Abklärungen nötig, um den Grund dafür zu erkennen. Im ganzen Jura stösst man immer wieder auf hexagonale Prismen (10 $\bar{1}$ 0), in der Regel mit rhomboedrischen Kopfflächen (01 $\bar{1}$ 2).

5.1.2 Vielfächige Kristalle

Mehr als zwei Formen gibt es bei den sogenannten vielfächigen Kristallen (Abb. 15A, B, C und 16A, B), Pseudowürfeln (Abb. 18), Zeptern (Abb. 19) und Zwillingen (Abb. 20–35). Dazu zählen auch Aufwachsungen wie Abb. 24, 30A, B).

5.1.3 Zwillinge

Sammler von Juracalcit wissen Zwillingsbildungen zu schätzen. Alle vier weltweit anerkannten Gesetze kommen hier vor.

Zwillinge nach Gesetz (0001) sind wohl am meisten verbreitet, sei es im deutschen Jura, in der Schweiz (Abb. 11A, B–13A, B) oder in Frankreich (Abb. 20–23).

Zwillinge nach Gesetz (01 $\bar{1}$ 2) finden sich beispielsweise in Gansingen AG (Abb. 24), Wenslingen BL (Abb. 25), Biel BE (Abb. 26), Eclépens VD oder, meist in Edelsteinqualität, in La Sarraz VD (Abb. 27A, B–31A, B). Zu den

interessantesten gehören Zwillinge, die entlang der Zwillingssebene langgestreckt sind (Abb. 26–28A, B), was zu einem Habitus führt, der dem des unverzwilligten Kristalls völlig unähnlich ist.

Zwillinge nach $(02\bar{2}1)$ konnten früher in Schelklingen, Baden-Württ. aufgespürt werden, wie auch in Wenslingen BL (Abb. 32A, B) und Liesberg BL (33A, B). Der Kristall der Abb.

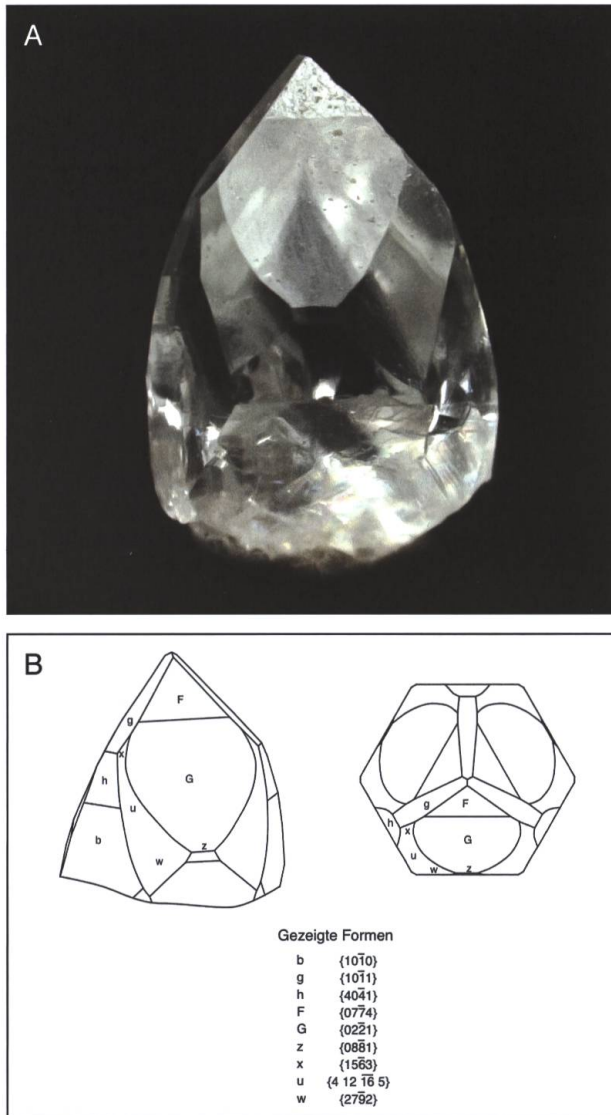


Abb. 16: (A) Ein komplexer Calcit-Kristall; hauptsächlich rhomboedrischer Habitus, mit mindestens sieben weiteren Kristallformen, einschliesslich drei, die zu einer stark gebogenen Fläche verschmelzen, was einen grossen Einfluss auf die Gesamtmorphologie ausübt. Der Kristall sieht fast wie ein facettierter Edelstein aus, aber er ist zu klein und viel zu weich für Schmuck. Kristall-Länge 3 mm. Liesberg BL. Foto: R. Peter Richards. (B) Idealisierte Zeichnung.

32A, B), der an vielen Orten der Welt zu finden ist, ist als «Bischofsmitra»-Habitus bekannt. Andere Fundstellen im Jura sind uns nicht bekannt.

Zwillinge nach $(10\bar{1}1)$ konnten vor Jahren in Schelklingen, Baden-Württ. (Abb. 34A, B) und in Liesberg BL recht oft gesammelt werden. Andere Fundstellen sind uns nicht bekannt.

Offermann (1997) beschreibt eine Gruppe von Zwillingen, die sich so ähnlich sehen, dass sie oft miteinander verwechselt werden. Tatsächlich gibt es zwei solche Gruppen, die in allen Fällen aus rhomboedrischen Kristallen bestehen. Die erste Gruppe (Abb. 33A, B und 35) besteht aus Kristallen, die auf einer Fläche desselben Rhomboeders verzwilligt sind, so dass jedes Individuum des Zwillings eine dominierende rhombische Fläche parallel zur Zwillingssebene aufweist. Abb. 33B, Zeichnung links, zeigt zwei positive Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$ verzwilligt nach Gesetz $(10\bar{1}1)$. Abb. 33B, Mitte und rechts zeigen zwei negative Rhomboeder $\{02\bar{2}1\}$, verzwilligt nach $(02\bar{2}1)$. Beide haben Kanten entlang der Mitte der Oberseite des

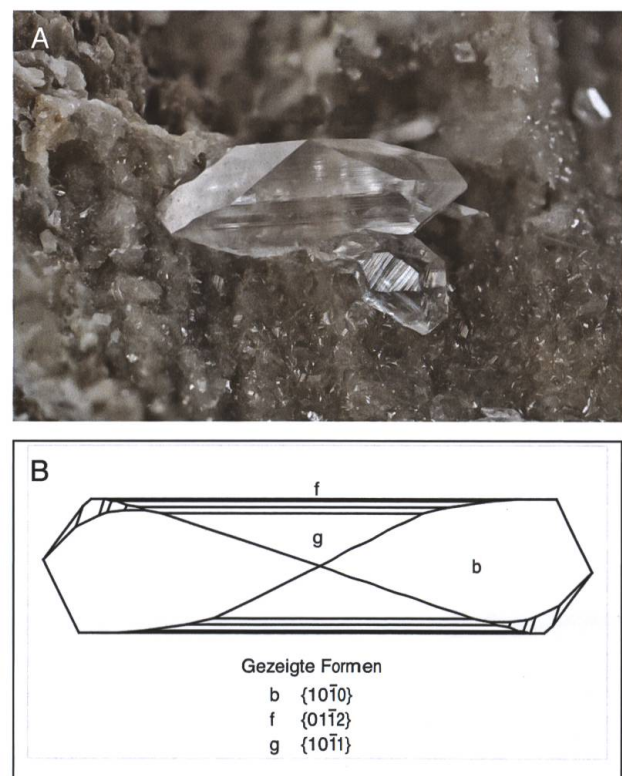


Abb. 17: (A) Aussergewöhnliche Calcit-Ausbildung, farblos, durchsichtig, Länge des Kristalls 4 mm. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.



Abb. 18: Fast würfelförmiger (pseudokubischer) Calcit-Kristall, Rhomboeder mit leicht gerundeten Flächen, mit schwarzen Einschlüssen (vermutlich Manganoxide) und von einer dünnen Limonitschicht überzogen, Durchmesser 2 mm. Biel BE. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 19: Zepter-Calcit, farblos, durchsichtig; sehr schönes hexagonales Prisma, abgestumpft durch Rhomboeder, auf einem sklenoedrischen Calcit-Kristall; Breite des Kristalls 2 mm. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach.

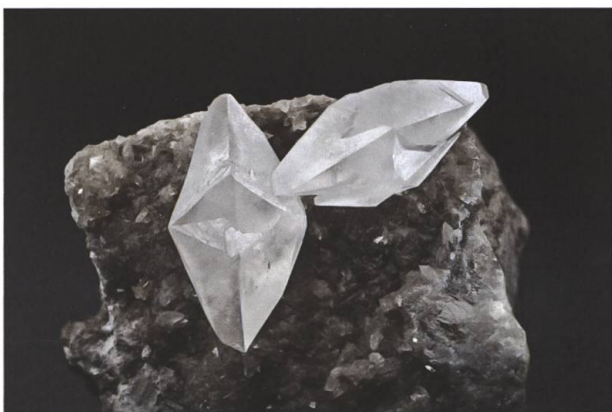


Abb. 20: Calcit-Kristalle, links nach (0001) verzwillingt, rechts Durchdringungszwilling nach (0001). Länge der Kristalle 3 cm. Damparis, Dép. Jura / F. Foto: Thomas Schüpbach.

Zwillings, und diese Kanten treffen sich in sehr ähnlichen Winkeln. Der Zwilling in Abb. 33B, links, weist jedoch Spaltrichtungen auf, die parallel zu allen seinen Flächen verlaufen, aber ohne Spaltebenen entlang der Kanten. Im Gegensatz dazu weist der Zwilling in Abb. 33B, Mitte und rechts, Spaltrichtungen entlang seiner oberen Kanten auf. Man kann die Kanten mit einem Messer schneiden, um Spaltflächen am Kristall in Abb. 33B, Mitte, zu erzeugen (Abb. 33 rechts, blau), aber der Kristall in Abb. 33B links bricht nur entlang unregelmässiger Oberflächen an diesen Kanten.



Abb. 21: Calcit-Kristall. Der Flansch oben ist eine Überwachsung von der rechten auf die linke Seite, wie dies auch bei Zwillingen nach dem Gesetz (0112) von La Sarraz festgestellt worden ist; unten typischer Kontaktwilling (0001). Länge des Kristalls 27 mm. Damparis, Dép. Jura/F. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 22: Calcit-Zwilling (0001), aufrecht, was für einen hiesigen Calcit ungewöhnlich ist, auf Calcitrasen erster Generation. Es ist nicht üblich, dass solche Zwillinge mit einer Endfläche auf dem Muttergestein aufgewachsen sind. Kristall-Länge 17 mm. Damparis, Dép. Jura/F. Foto: Thomas Schüpbach.

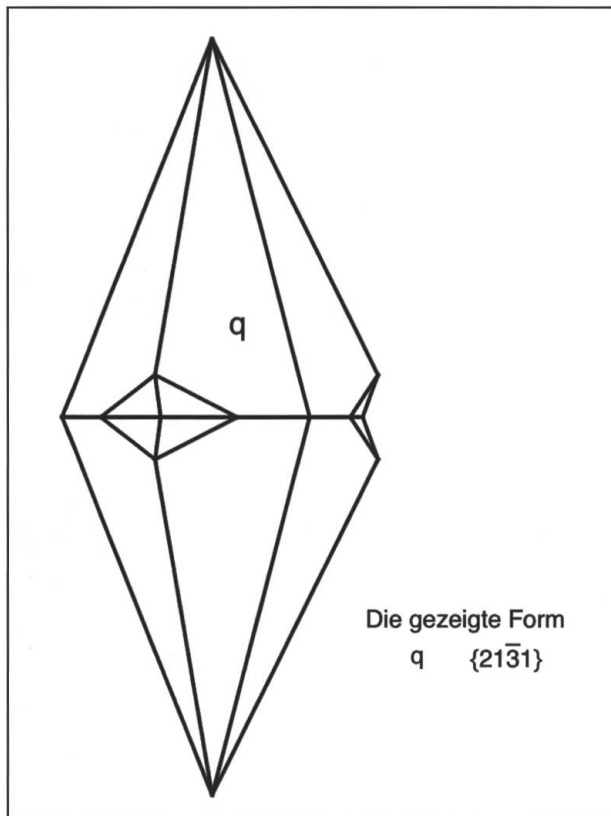


Abb. 23: Idealisierte Zeichnung zu Abb. 20–22, die alle nach (0001) verzwillingt sind.

Die zweite Gruppe von Offermann (1997) besteht aus Kristallen (Abb. 34A, B), die Aussenkanten aufweisen, die parallel zur Zwillings-ebene verlaufen. Jeder hat eine rhombische Fläche auf der Oberseite des Kristalls, und diese Flächen treffen sich in einem flachen Winkel. Abb. 34B, Zeichnung links, zeigt zwei Kristalle der Form $\{10\bar{1}1\}$, verzwillingt nach $(01\bar{1}2)$. Abb. 34B, Mitte und rechts, zeigt zwei Kristalle der Form $\{02\bar{2}1\}$, verzwillingt nach $(10\bar{1}1)$. Der Zwilling in Abb. 34B links hat Spaltrichtungen, die parallel zu all seinen Flächen verlaufen, während der Zwilling in Abb. 34B, Mitte und rechts, Spaltrichtungen entlang seiner oberen Kanten aufweist. Ausserdem sind die rhombischen (diamantförmigen) Umrisse der Zwillinge, von oben gesehen (untere Reihe), recht unterschiedlich.

5.1.4 Pseudokubische Calcit-Kristalle

Sammler sind fasziniert von Kristallen, deren Habitus vermuten lässt, dass sie einer völlig anderen Symmetrieklasse angehören. Trigonale



Abb. 24: Der Hauptkristall ist von vielen Zweitgeneration-Calcit-Kristallen überwachsen; einige davon sind nach dem Gesetz $(01\bar{1}2)$ verzwillingt. Es handelt sich um ungewöhnliche Zwillinge, die wohl viel später als der ursprüngliche Kristall auskristallisierten. Gansingen AG. Grösse der Kristalle bis 8 mm. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 25: Calcit mit weniger Flächen als von anderen Fundorten, nach $(01\bar{1}2)$ verzwillingt, Länge Kristall 6 mm, Breite 4 mm. Wenslingen BL. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 26: Calcit-Zwilling $(01\bar{1}2)$, Kristallbreite 8 mm, durchscheinend, farblos. Biel BE. Foto: Thomas Schüpbach.

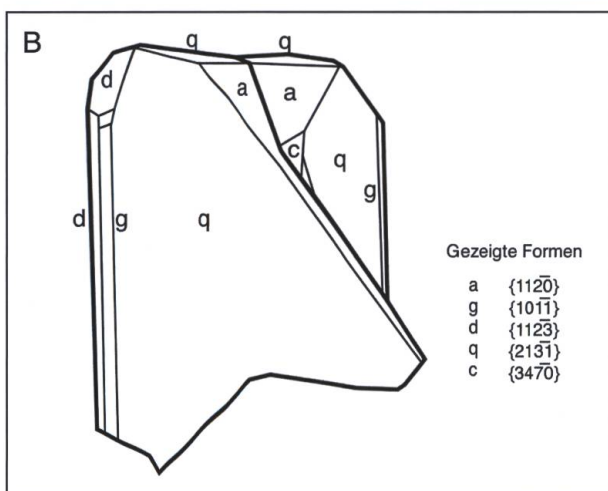


Abb. 27: (A) Calcit-Zwilling ($01\bar{1}2$); die linke Hälfte des Zwillings greift teilweise auf die rechte über; Kristallbreite 3 mm, Edelstein-Qualität. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.

Minerale imitieren oft bekanntere isometrische Formen wie Würfel, Oktaeder und Dodekaeder. Über pseudo-oktaedrischen Calcit wurde beispielsweise aus Australien (Kennon 2006) und Michigan USA (Richards und Rodewald 2008) berichtet. Im Jura wurde pseudo-kubischer Calcit in Biel BE (Abb. 18) und La Sarraz VD (Andermatt et al. 2019) gefunden. Diese Kristalle sind im Grunde genommen Rhomboeder, wer-

den aber durch andere Formen modifiziert, die ihr falsches kubisches Aussehen verbessern. Ausser diesen Fundstücken sind uns keine anderen fast würfelförmigen Ausbildungen bekannt.

5.2 Ungewöhnliche Kristalle

Sammler sind immer am Perfekten und Ungewöhnlichen (Abb. 13A, B, 15A–C bis 19, 31A, B, 40–45A, B, C) interessiert. Wir suchen den besten Calcit, der je gefunden wurde, und wir suchen Kristalle, die in Farbe, Form, Grösse (Abb. 36–38) oder Assoziationen ungewöhnlich sind. Ungewöhnliche Kristalle spiegeln oft aussergewöhnliche Prozesse wider und können uns daher sowohl Einblicke in Ungewohntes geben als auch Vergnügen bieten. Viele ungewöhnliche Fundstücke sind polykristallin und deshalb amorph und müssen daher überhaupt nicht wie ein Calcit-Kristall aussehen.

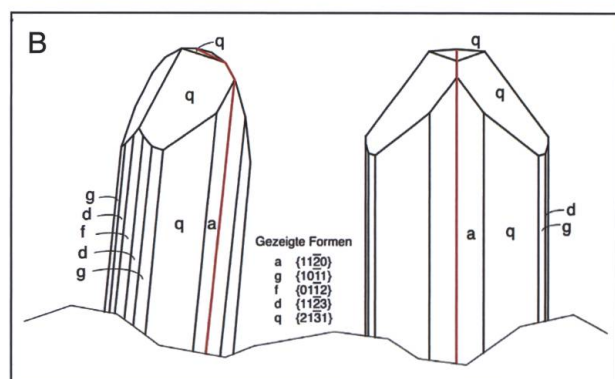


Abb. 28: (A) Calcit-Zwilling ($01\bar{1}2$) ohne einspringende Winkel, farblos, transparent, Länge 7 mm. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung. Die Zwillingsebene ist durch eine rote Linie gekennzeichnet.

5.2.1 Einschlüsse

Inklusionen bieten einem ansonsten normalen Kristall einem Sammler zusätzliches Interesse, da sie ungewöhnliche Innenfarben und -texturen aufweisen. Sie sind in diesem Gebirgszug selten. Sie beschränken sich auf Pyrit, noch genauer zu bestimmende Manganoxide in Liesberg BL (Abb. 15A, B) und Biel BE (Abb. 18) sowie Hämatit, zum Beispiel in La Sarraz VD, orangebräunlich und dunkelbraun (noch nicht präzisiert identifizierte eisenhaltige Mineralien (energie-dispersive Röntgenspektroskopie EDXS), in La Sarraz VD (Abb. 39).

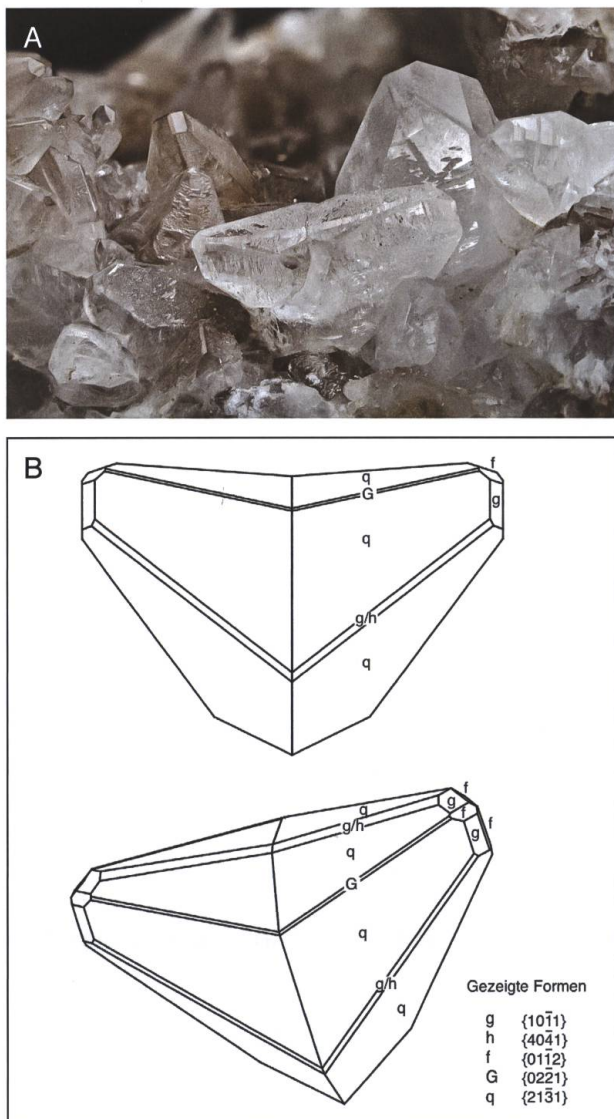


Abb. 29: (A) Calcit-Zwilling ($01\bar{1}2$), farblos, transparent, Breite des Kristalls 6 mm. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.

5.2.2 Färbung

In reiner Form ist Calcit farblos und durchsichtig, im Jura eher selten. Normalerweise erscheint er gleichmässig milchig, in der Regel zufolge von Flüssigkeitseinschlüssen. Diese reihen sich oft entlang von Spaltebenen auf. Sie messen nur

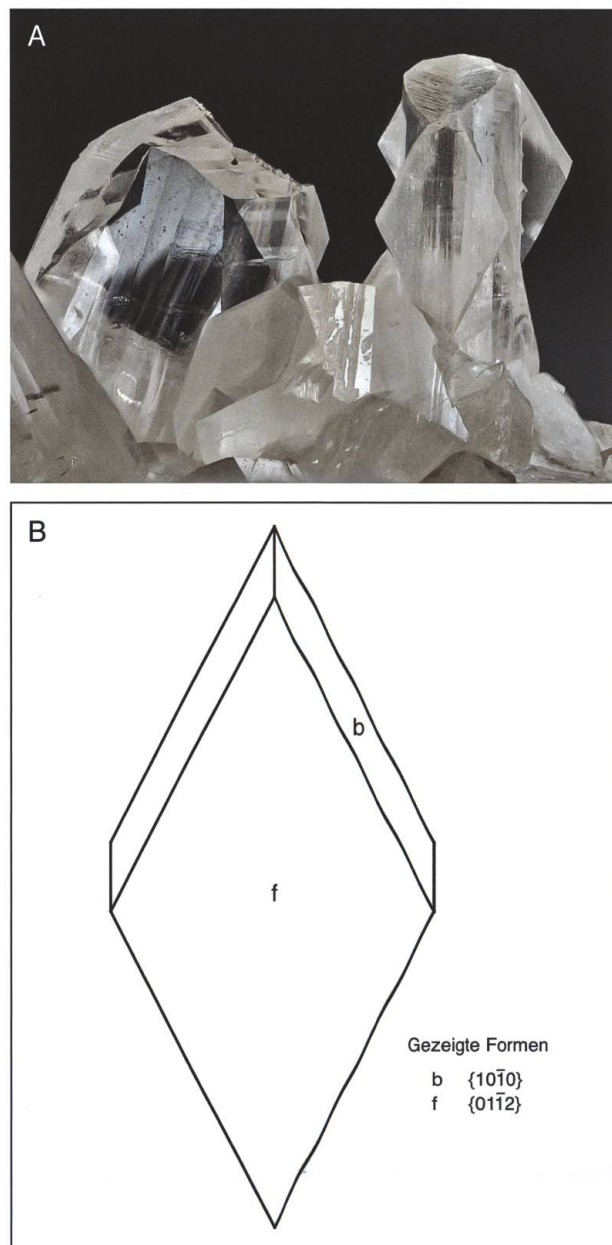


Abb. 30: (A) Zwei Calcit-Zwillinge nach Gesetz ($01\bar{1}2$) mit Aufwachsungen zweiter Generation; diese haben eine reduzierte Symmetrie aufgrund ihres Wachstums entlang einer bestimmten Fläche ($01\bar{1}2$) des Wirtskristalls. Bildbreite 7 mm, La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung einer Aufwachsung der Abb. 30A.

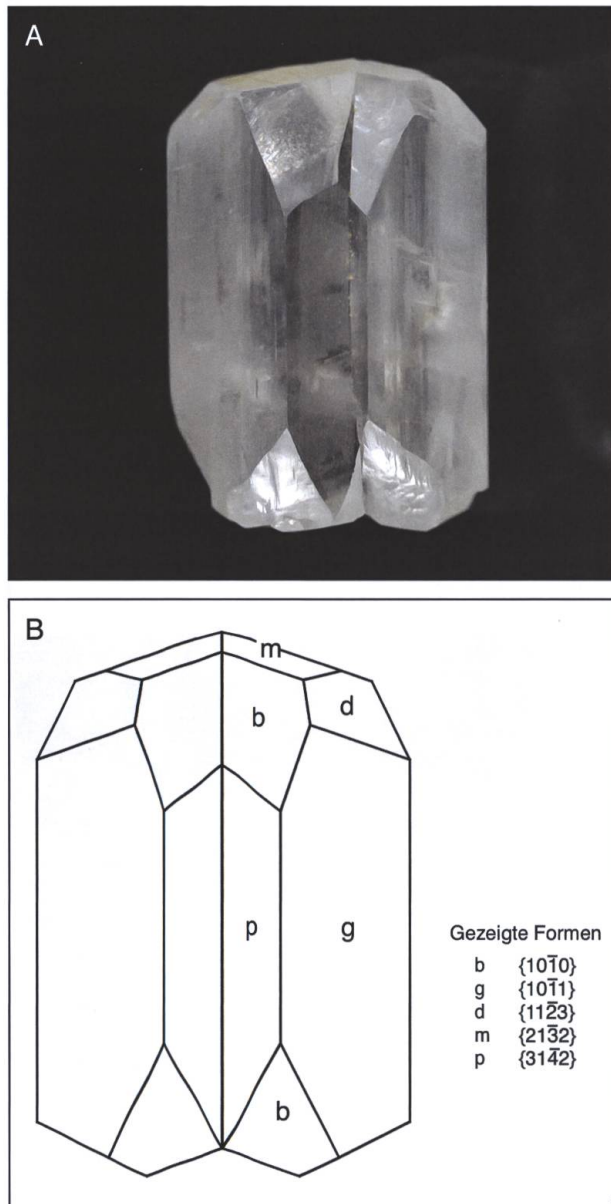


Abb. 31: (A) Einzigartiger, verzwilligter Calcit-Kristall ($01\bar{1}2$); Doppelender (an beiden Enden auskristallisiert) und Schwimmer (Kristall ist nicht mit Muttergestein verbunden), Länge 10 mm. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.

wenige Mikrometer, was ausreicht, um ein milchig-weisses Aussehen zu ergeben. Toneinschlüsse sind eher selten, in diesem Fall schlägt die Farbe der Kristalle in leicht Gelblich-Weiss (cremefarben) um. Einschlüsse von Kalk, CaO oder Kalziumoxid, sind im Calcit nicht möglich, da bei der Kristallisation systematisch Wasser und CO_2 vorhanden sind. Diese beiden Verbindungen würden sofort mit Kalk, CaO zu CaCO_3

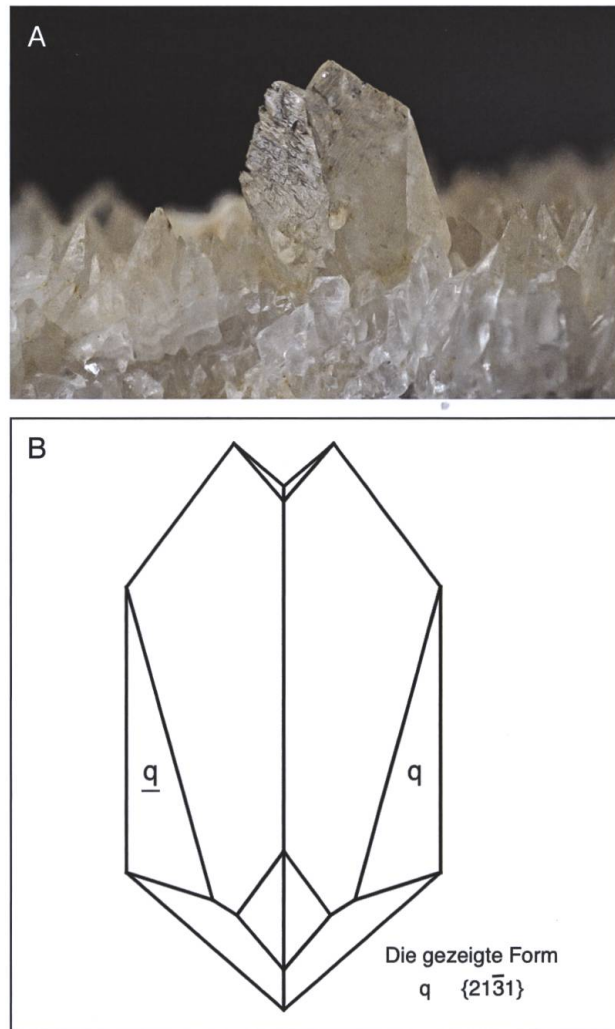


Abb. 32: (A) Calcit-Zwilling ($02\bar{2}1$); dieser besondere Habitus wird auch «Bischofsmitra» genannt, Länge 6 mm. Wenslingen BL. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Idealisierte Zeichnung.

reagieren (pers. Mitteilung Nicolas Meisser). Andere Färbungen, die uns aus dem beschriebenen Gebiet bekannt sind: Schwarz zufolge Kryptomelan und Hollandit aus dem Kleinen Lautertal, Baden-Württ. (Thewalt 2010), Pyrit gleichmässig verteilt, grau bis schwarz zufolge Bitumina, rötlich in Laufen BL, leicht bläulich und bernsteinfarbig (zufolge von Spuren von Eisen?) aus La Sarraz VD.

5.2.3 Fadencalcit

Fadencalcite (Abb. 40) wurden in Eclépens VD schon vor gut 40 Jahren von Roland Beaud aufgespürt. Inzwischen haben wir diese auch in La

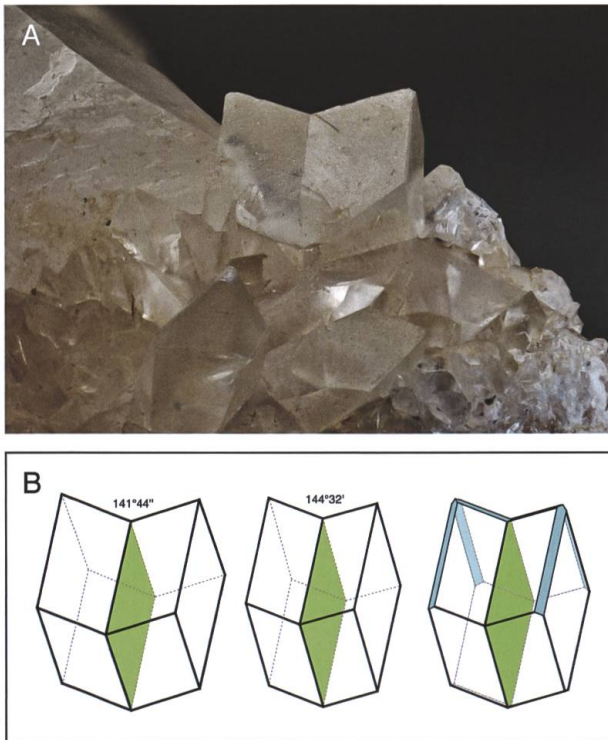


Abb. 33: (A) Calcit-Zwillinging ($02\bar{2}1$), durchscheinend, leicht bräunlich, Kristallbreite 8 mm. Liesberg BL. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Links: Positive Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$, verzwilligt nach Gesetz $(10\bar{1}1)$. Mitte und rechts: Negative Rhomboeder $\{02\bar{2}1\}$, verzwilligt nach Gesetz $(02\bar{2}1)$. Die rechte Zeichnung stellt die Spaltflächen in Blau dar.

Sarraz angetroffen. Während solche Bildungen bei Quarz bekannt und in der Literatur gut dokumentiert sind (Rykart 1995), stellen sie in Form von Calcit eine Seltenheit dar; dazu kommt, dass der gezeigte Habitus sehr fotogen ist. Interessanterweise sprechen beispielsweise Französisch- und Italienischsprachige von einer «Seele». Solche Kristalle bilden sich in einem tektonisch unruhigen Milieu zwischen zwei sich sehr langsam auseinander bewegendes Spaltwänden. Weitere Abklärungen sind nötig, um die Bildungsbedingungen und die Einschlüsse zu studieren. Unseres Wissens sind Fadencalcite anderswo im Jura Gebirge noch nicht nachgewiesen worden.

5.2.4 Nadeliger Calcit

Nadelige Calcite kennen wir nur von La Sarraz VD (Andermatt et al. 2019). Diese weisen ein Verhältnis von Länge zu Breite von bis zu 40:1

auf. Diese Kristalle sind entlang einer Achse gestreckt, die nicht zu den Hauptachsen des Calcits gehört; daher scheinen sie eine monokline Symmetrie aufzuweisen. Im Falle der Abb. 45A ist diese Nadel (Abb. 45C) von Calcit eines verzerrten Habitus (Abb. 45B, rechts) überwachsen, aber auch Letzterer hat ein monoklines Aussehen. Ihr Ursprung könnte mit der tektonischen Aktivität zusammenhängen, die auch Fadencalcit in La Sarraz ermöglichte; einige finden sich auf Kalksteinmatrix, die auch Harnischflächen zeigen. Harnisch ist eine glatte oder geschrammte Gesteinsoberfläche, die an einer Verwerfung infolge Reibung bei der Verschiebung von Gesteinsmassen entsteht. Soweit uns bekannt ist, sind solche Nadeln anderswo im Jura nicht beobachtet worden.

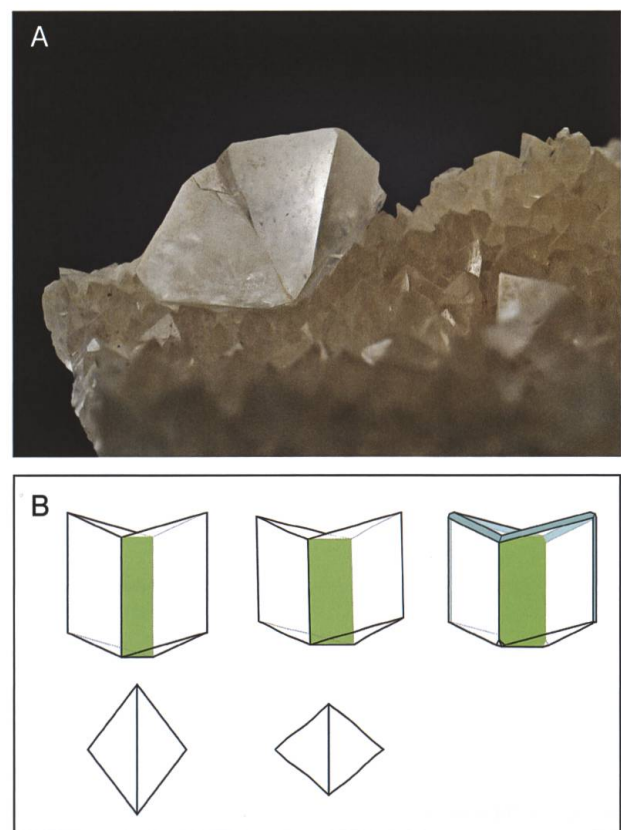


Abb. 34: (A) Calcit-Zwillinging ($10\bar{1}1$); Zwillinge dieses Habitus werden von Sammlern auch «Schwalbenschwanz» genannt; durchsichtig, farblos, Breite 11 mm. Schelklingen, Baden-Württ./D. Foto: Thomas Schüpbach. (B) Links: Positive Rhomboeder $\{10\bar{1}1\}$, verzwilligt nach Gesetz $(01\bar{1}2)$. Mitte und rechts: Negative Rhomboeder $\{02\bar{2}1\}$, verzwilligt nach Gesetz $(10\bar{1}1)$. Die Zeichnung rechts zeigt die Spaltflächen in blauer Farbe.



Abb. 35: Calcit-Zwilling nach $(10\bar{1}1)$, farblos, durchscheinend, Kristallbreite 8 mm. Biel BE. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 36: Kappencalcit (steil-rhomboedrischer Calcit mit rhomboedrischen Kopfflächen), teilweise mit Goethit beschichtet, zusätzlich ist ein rhomboedrischer, farbloser Calcit aufgewachsen; Länge 6 mm. Oberdrackenstein / D. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 37: Calcit-Kristalle bis 8 mm, «Glace-Cornet», farblos, durchscheinend. Liesberg BL. Foto: Thomas Schüpbach.

5.2.5 Faserförmiger Calcit

Faseriger Calcit besteht aus Aggregaten von winzigen nadelförmigen Kristallen, die an Watte erinnern und ein Verhältnis von Länge zu Breite von 200–300:1 aufweisen. Diese Erscheinungsform wird auch als «Bergseide» oder ursprüng-

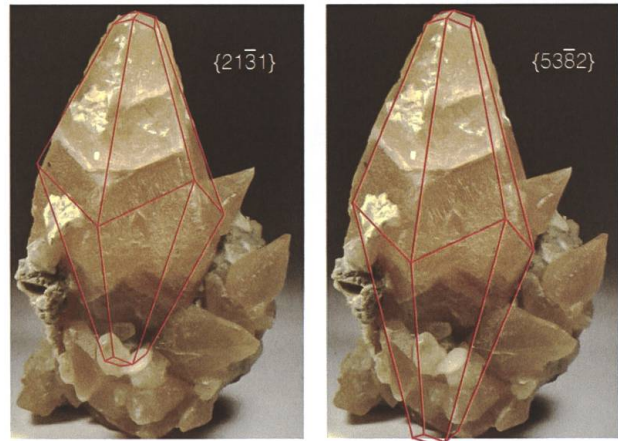


Abb. 38: Skalenoeder, 24 cm hoch. Dieser Kristall kann nicht mit dem Goniometer ausgemessen werden, weil er zu gross ist, an einer Matrix befestigt ist und seine Flächen nicht flach genug sind. Die einzige Möglichkeit, die Flächen zu identifizieren, besteht darin, den Kristall mit Zeichnungen von wahrscheinlichen Skalenoedern zu vergleichen. Es gibt zwei Möglichkeiten; $\{53\bar{8}2\}$ dürfte die genauere Wahl sein. Cornaux NE. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 39: Kurzes Prisma mit rhomboedrischen Kopfflächen und Einschlüssen von noch nicht identifizierten eisenhaltigen Mineralen (chemische Bestimmung EDXS). Weitere Analysen sind notwendig. Die Doppelbrechung ist leicht zu erkennen. Durchmesser des Kristalls 2 mm. Eclépens VD. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 40: Fadencalcit, farblos, transparent, Bildbreite 17 mm. Eclépens VD. Foto: Thomas Schüpbach.

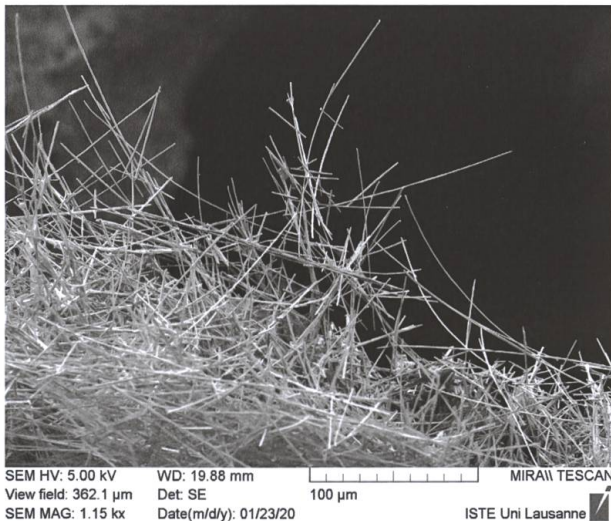


Abb. 41: Fasercalcit (Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme). Bildbreite 0,36 mm. Rickenbach BL. REM-Aufnahme: Pierre Vonlanthen/Caroline de Meyer, Universität Lausanne.

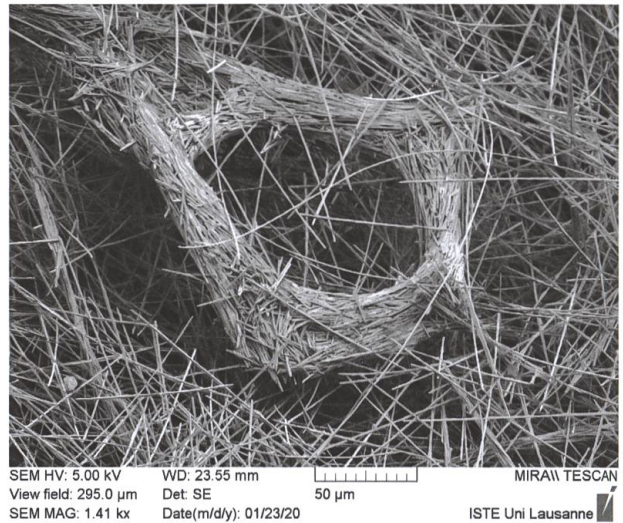


Abb. 42: Fasercalcit (Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme). Bildbreite 0,3 mm. Der von den Nadelbündeln gebildete Ring entspricht einem Fragment des Pilzmyzelstrangs, dessen organische Substanz zersetzt wurde. Es verbleiben nur die Nadeln. Rickenbach BL. REM-Aufnahme: Pierre Vonlanthen/Caroline de Meyer, Universität Lausanne.



Abb. 43: Wurzelförmiger Calcit, leicht beige, in mit Jaspis verkleidetem Hohlraum, Bildbreite 14 mm. Eiken AG. Foto: Alexandre Bukumirovic.

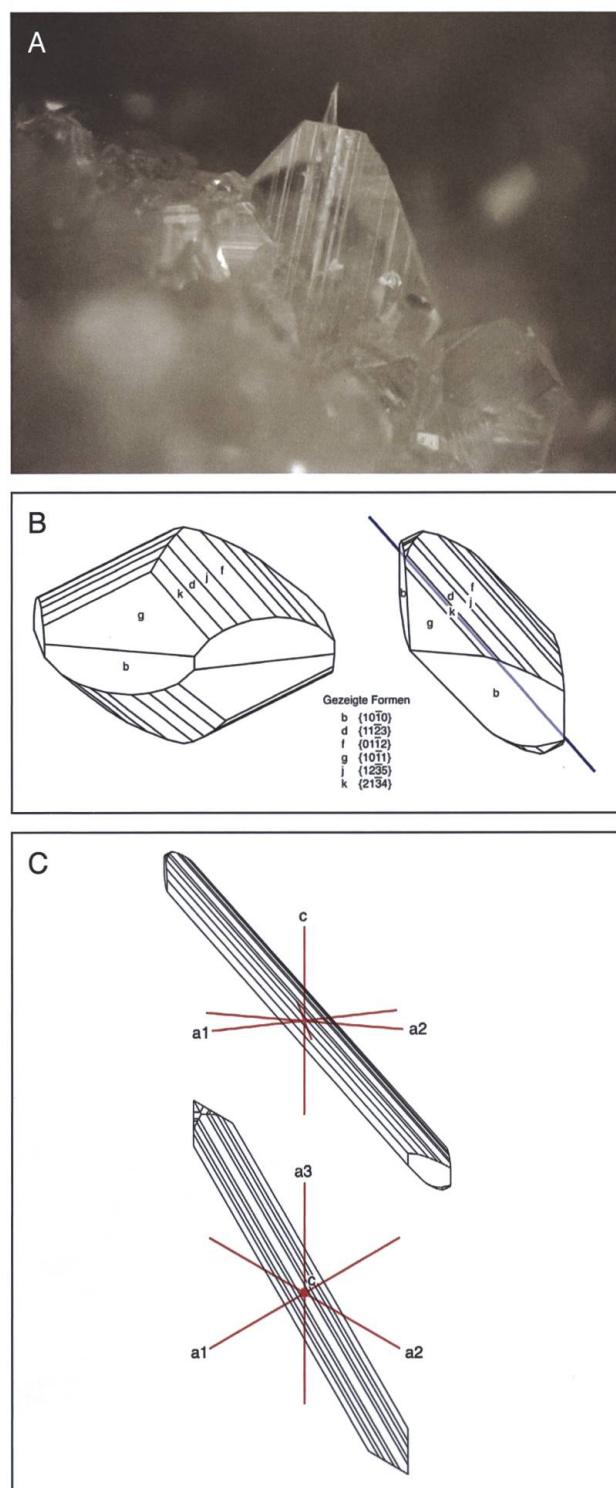


Abb. 45: (A) Nadeliger Calcit von einem verzerrten Zweiter-Generation-Calcit-Kristall umschlossen; farblos, durchscheinend. Breite des Kristalls 0,5 mm. Eclépens VD. Foto: R. Peter Richards. (B) Zeichnung zur Erklärung von A. Links: ein idealer, unverzerrter Kristall in normaler Orientierung; rechts: ein leicht gestreckter Kristall in derselben Orientierung. Die blaue Linie ist die Dehnungsachse. (C) Idealisierte Zeich-

nungen eines Nadelcalcits wie auf A zufolge von zusätzlicher Streckung gemäss Achse, wie in B. Das Länge-Breite-Verhältnis ist 9:1, weniger gestreckt als bei Nadelcalcit üblich. Die obere Zeichnung ist eine Seitenansicht in der üblichen Zeichnungs-Richtung, die untere ist eine Ansicht von oben. In dieser zweiten Ansicht ist die c-Achse auf einen Punkt reduziert.

lich als «Lublinit» (Iwanoff 1906) bezeichnet; «Lublinit» ist kein Mineralname. Dieser Habitus wird als rezente Formation in Karsthohlräumen angetroffen (Stoops 1976; Millièrre et al. 2011; Hasinger et al. 2015). Er erscheint sporadisch in Form von Flocken oder als Zwischenschichten im Kalkschutt periglazialer Ablagerungen. So konnten wir diese Ausbildung auch in Rickenbach BL (Abb. 41 und 42) und Biel BE aufspüren. Diese Entstehung könnte indirekt durch Mikroorganismen angeregt werden oder direkt mikrobiellen Ursprungs sein (Bindschedler et al. 2014; Millièrre et al. 2019). Über faserförmigen Calcit vom deutschen Jura haben Thewalt (2010) sowie Thewalt und Dörfer (2016) berichtet. Ein Vorkommen aus dem französischen St-Point, unweit der Schweizer Grenze, dürfte dort wenig bekannt sein, da es in Deutschland beschrieben wurde (Klein und Klein 1988).

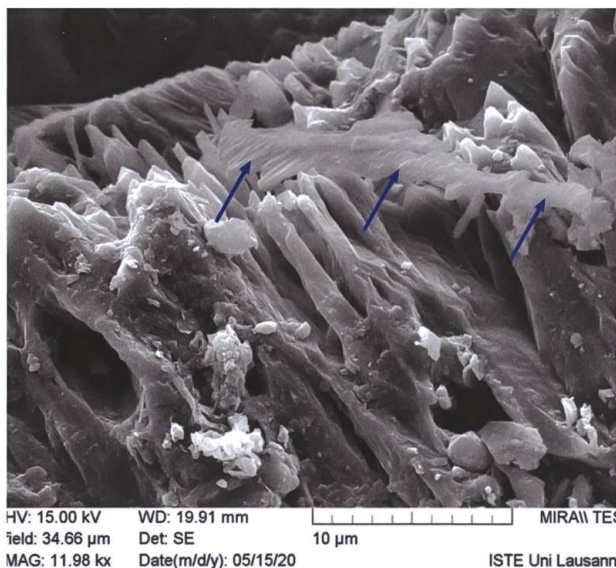


Abb. 44: Gleiche Probe wie Abb. 43, jedoch mit dem Rasterelektronenmikroskop aufgenommen, zeigt raue, blockige Kristalle. Diese geologisch jungen Calcit-Kristalle sind von Pilzhypen (oder Pilzfäden) gleichmässig bedeckt. Die blauen Pfeile weisen auf speziell gut entwickelte Bildungen hin. Bildbreite 35 µm. Eiken AG. REM-Aufnahme: Caroline de Meyer, Universität Lausanne.



Abb. 46: Calcit-Ausfüllungen, Pseudomorphose nach aragonitischen Fossilresten. Bestimmung Korallenkelche: Dr. Ursula Menkveld, Bern. Das Korallenskelett wurde völlig weggelöst und zurück bleiben die hübschen Calcit-Bildungen. Diese «fünfblättrigen Kleeblätter» sind mit einer dünnen Limonitschicht überzogen; Durchmesser 2 mm, Länge 3 mm. Ganz rechts ist das «Kleeblatt» mit rhomboedrischen und prismatischen Calcit-Kriställchen bedeckt. La Sarraz VD. Foto: Thomas Schüpbach.

5.2.6 Wurzelförmiger Calcit

Abb. 44 ist die gleiche Probe wie Abb. 43, jedoch mit dem Rasterelektronenmikroskop aufgenommen; sie zeigt viele raue, gestreckte Calcit-Kristalle. Gemäss pers. Mitteilung Verrecchia werden diese als epitaktische Überwucherungen auf Nanofaser-Calcit-(NFC-)Stäbchen interpretiert, die sich durch orientierte Calcitabscheidungen auf Pilzpyphen gebildet haben. Der federartige Kristall (siehe Pfeile) zeigt besonders gut die Überwachungen vieler paralleler

Mikrokristalle auf dem länglichen NFC-Kern (Braissant et al. 2012).

5.3 Andere verwandte Phänomene

5.3.1 Pseudomorphosen

Pseudomorphose bezeichnet ein Mineral, das nicht seine typische Eigengestalt (Kristallsystem und Habitus) zeigt, sondern die äussere Form einer anderen Mineralart angenommen hat. Pseudomorphosen entstehen beispielsweise dadurch,

Abb. 47: Braune Pseudomorphosen von Calcit nach Dolomit; eingebettet in weissem, jaspisartigem, feinkristallinen Quarz; die Braunfärbung beruht auf eingelagerten Partikeln von Eisenoxid-hydroxid (wahrscheinlich Goethit). Diese Kristalle bedeckten die Wände hohler, versteinelter Korallen. Bildbreite 11 mm. Gerhausen Baden-Württ./D. Foto: Ulf Thewalt.



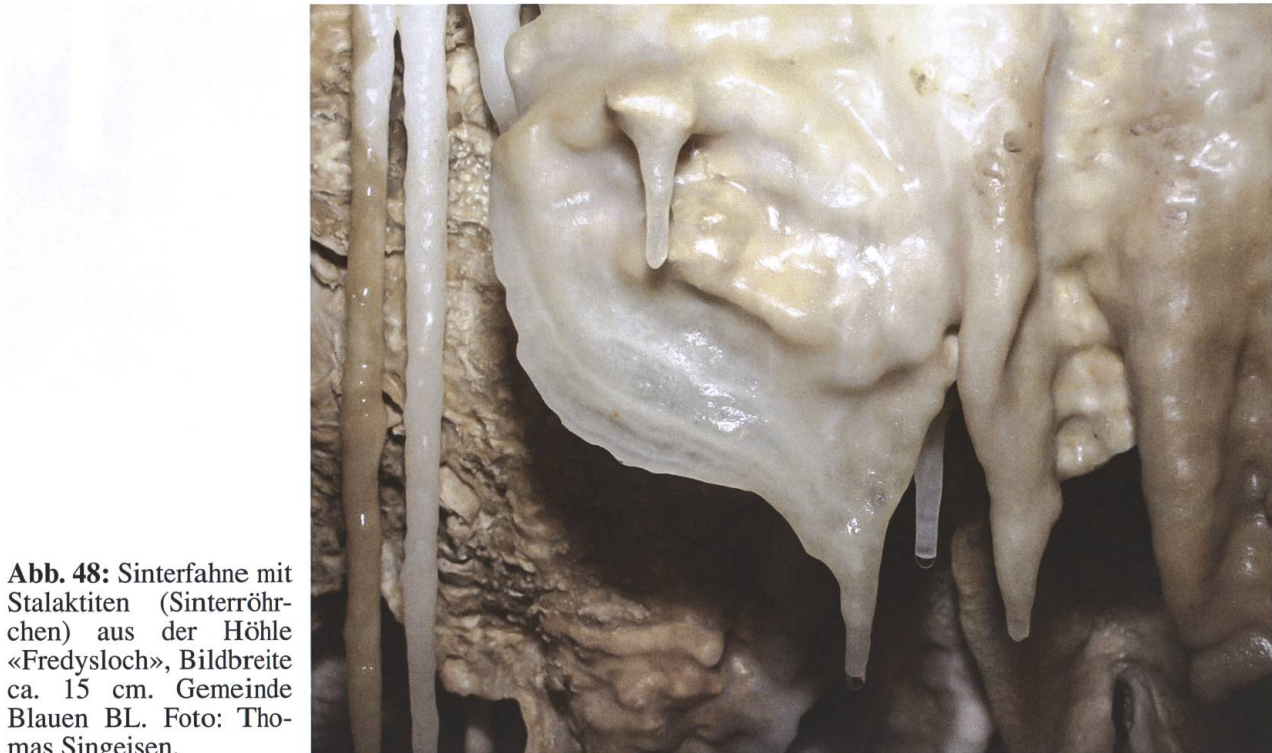


Abb. 48: Sinterfahne mit Stalaktiten (Sinterröhrchen) aus der Höhle «Fredysloch», Bildbreite ca. 15 cm. Gemeinde Blauen BL. Foto: Thomas Singeisen.

dass zuerst Mineral A in einem Gestein kristallisiert, später weggelöst wird und der Hohlraum durch Mineral B verfüllt wird. Pseudomorphosen sind etwas besonders Interessantes und Schönes, sind aber im Juragebirge selten (Abb. 46 und 47). Für das Vorkommen von Gerhausen (Abb. 47) verweisen wir auf Bausch et al. 1986. Für eine leicht verständliche, detaillierte Erklärung empfehlen wir extraLapis 14 (1998).

5.3.2 Vorkommen in Höhlen, bei Brüchen und im Karst

Calcit-Kristalle haben wir in grossen, offenen Höhlen keine angetroffen, dagegen Sinterbildungen (Abb. 48 und 49). In kleineren Öffnungen, in denen Flüssigkeiten durch Poren relativ rasch zirkulieren können, wächst Calcit rascher als in geschlossenen (Geoden, Fossilien usw.)

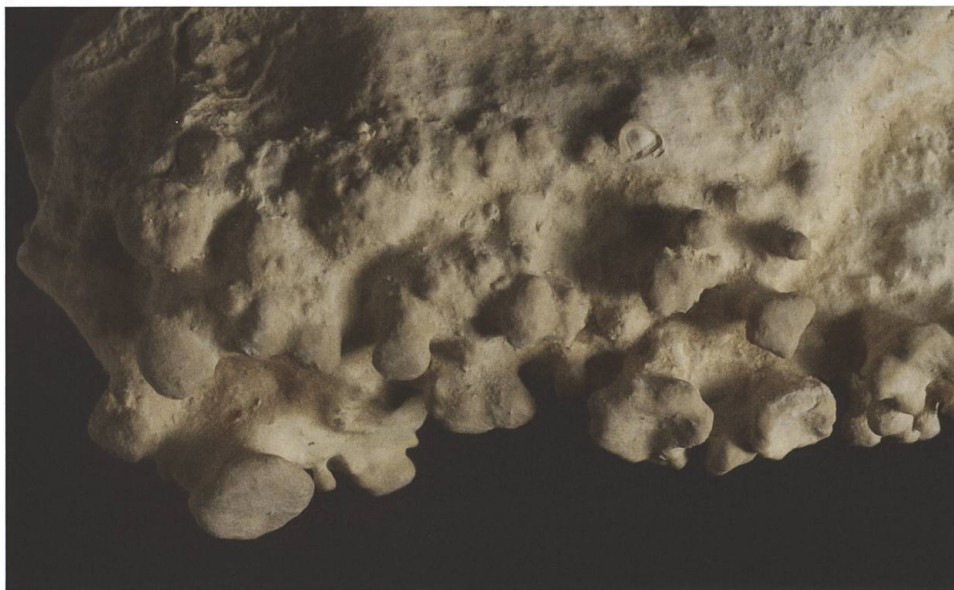


Abb. 49: Rezenter Calcit, Sinterbildung auf oolithischem Kalkstein, Bildbreite 6 cm. Spittelberg SO. Foto: Alexandre Bukumirovic.

und kann zu einfacheren Ausbildungen führen. Dies könnte auch bei Brüchen, wie beispielsweise infolge der Entstehung des Rheingrabens zutreffen; die Abbildungen aus Münchenstein BL (Abb. 50 und 51) und Wenslingen BL (Abb. 25, 32A, 32B, 52) dokumentieren solche Vorkommen. Relativ tiefe (Umgebungs-)Temperaturen, Druckverhältnisse und schwankende Bedingungen tragen ebenfalls dazu bei. Die Abb. 53 zeigt ein einzigartiges Gebilde aus einer geschlossenen Höhle (Schuler 2001). Die Abb. 54 illustriert ein Karstvorkommen. Für Letzteres verweisen wir auch auf die bemerkenswerte Studie von Žorž und Dolinar (2019).

Sinterbildungen bezaubern uns durch ihre Schönheit. Interessant sind hier auch «Engelsflügel» (Abb. 55), abgebrochene Sintertröhrchen, oft «Makkaroni» genannt (Abb. 56) und die seltenen «Excentriques» (Abb. 57).

6. Schlussfolgerungen

Das Juragebirge ist sehr reich an interessantem Calcit. Steinbrüche und Bauarbeiten ermögli-



Abb. 50: «Hahnenkamm»-Calcit, steile Rhomboeder, Bildbreite 4 cm. Münchenstein BL. Foto: Thomas Schüpbach.

chen Funde von frischen Kristallen. Da dieses Karbonat rasch verwittert, sind andere Aufschlüsse für Sammler weniger interessant.

Einfache Kristalle sind in dieser Gegend allgegenwärtig. Ungewöhnliche Ausbildungen sowie Zwillinge sind hingegen selten und lassen das Herz eines Sammlers höherschlagen.

Steinbrüche und andere Fundstellen befinden sich auf Privatgeländen. Diese dürfen nur nach



Abb. 51: Dieser Fund stammt aus einem grossen, brekziösen Felsbrocken einer höhlenähnlichen Situation in Münchenstein BL. Schlanke, steile Rhomboeder und meisselähnliche Ausbildungen; farblos, durchscheinend, Kristall-Länge bis 3 cm, Bildbreite 65 mm. NMB Basel Kat. Nr. 49006. Foto: Thomas Schüpbach.



Abb. 52: Calcit-Kristall erster und zweiter Generation, Länge 10 mm. Präsentiert sich wie ein Fenster-Kristall. Die beiden Generationen haben den gleichen Habitus; er setzt sich aus dem Prisma ($10\bar{1}0$) und dem Skalenoeder ($21\bar{1}31$) zusammen. Die zweite Generation wurde wohl im Wachstum behindert, sei es von Schlamm oder einem inzwischen verschwundenen anderen Mineral. Eine ähnliche Kristallisation wurde von Megaw et al. (2018) aus Mexiko beschrieben. Wenslingen BL. Foto: Thomas Schüpbach.

vorgängiger Absprache und auf eigene Verantwortung betreten werden.

7. Verdankungen

Zum Abschluss dieser Arbeit geht unser Dank für Bestimmungen an: Dr. Pierre Vonlanthen und Dr. Caroline de Meyer, Labor für Elektronenmikroskopie, Institut des Sciences de la Terre, Université Lausanne; Dr. Nicolas Meisser, Musée cantonal de géologie, Université Lausanne; Cédric Schnyder, Muséum d'histoire naturelle, Genf; Dr. Ursula Menkveld, Naturhistorisches Museum Bern, und Dr. Ulf Thewalt. Prof. Eric Verrecchia, Institut des dynamiques

de la surface terrestre, Université Lausanne; Dr. André Puschnig, Naturhistorisches Museum Basel, und Dr. Amir C. Akhavan, Hamburg, Deutschland, haben uns mit wertvollen Kommentaren unterstützt.

Fotos erleichtern den Lesern das Verständnis. Den Fotografen Thomas Schüpbach, Gustav Schuler, Alexandre Bukumirovic, Ulf Thewalt und Thomas Singeisen danken wir für die erklärenden Bilder.

Den Begutachtern, Dr. André Puschnig und Dr. Ambros Hänggi, gebührt Dank für die kritische Durchsicht des Manuskripts und für die Vorschläge, die den Text wesentlich verbessert haben.



Abb. 53: Calcit-«Palme»; Stalaktit, Länge 60 mm, mit 20 mm langen, steilen Rhomboeder-Kristallen besetzt, die sich durch Eintauchen in ein Sinterbecken gebildet haben. Blaustein, Baden-Württ./D. Foto: Gustav Schuler.

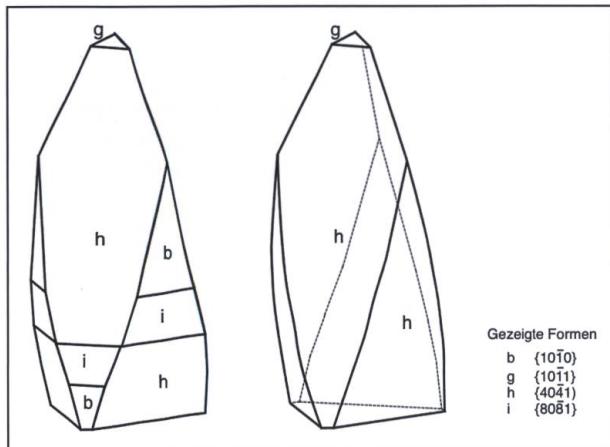


Abb. 54: Zeichnung von in den Aiguilles de Baulmes gefundenen Kristallen. Die linke Zeichnung illustriert die Formen $\{10\bar{1}1\}$, $\{40\bar{4}1\}$, $\{80\bar{8}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$. Im eigentlichen Kristall gehen die Kristallflächen in sanft gekrümmte Flächen über; diese sind in der rechten Abbildung dargestellt. Solche Kristalle wurden erstmals von Žorž und Dolinar (2019) über einen Fund in Slowenien veröffentlicht. Aiguilles de Baulmes VD.



Abb. 55: «Engelflügel»-Calcit, Höhe 35 mm, Breite 6 mm, 1-2 mm stark. Ulm-Blaustein, Baden-Württ./D. Foto: Gustav Schuler.



Abb. 56: Calcit, sogenannte «Makkaroni», abgebrochene Sinterröhrchen, die am Boden durch kalkhaltiges Wasser zusammengebacken wurden; Länge ca. 8 cm. Ulm-Blaustein, Baden-Württ./D. Foto: Gustav Schuler.



Abb. 57: Calcit-Exzentriques, Breite der Stufe 20 mm, Ulm-Blaustein, Baden-Württ./D. Foto: Gustav Schuler.

Literaturverzeichnis

- Andermatt PJ, Richards RP, Meisser N (2019): La morphologie des cristaux de calcite du Jura vaudois. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles* 98: 5-34.
- Bausch WM, Eckstein GO, Hoefs J (1986): Zur Genese der 'Braunkalke' des fränkischen Malms. *Geologica Bavarica*, 89: 189-207.
- Beyer H (1987): Unterschiedliche Ursachen für Kontaktzwillingsbildungen erläutert am Beispiel Calcit. *Aufschluss* 38: 383-388.
- Bindschedler S, Caillieu G, Braissant O, Millièrè L, Job D, Verrecchia EP (2014): Unravelling the enigmatic origin of calcitic nanofibres in soils and caves: purely physicochemical or biogenic processes? *Biogeosciences* 11: 2809-2815.
- Braissant O, Bindschedler S, Daniels AU, Verrecchia EP, Caillieu G (2012): Microbiological Activities in Moonmilk monitored using isothermal Microcalorimetry (Cave of Vers chez le Brandt, Neuchâtel, Switzerland). *Journal of Cave and Karst Studies*. Vol. 74, 116-126
- Brongniart A (1829): *Tableau des terrains qui composent l'écorce du Globe ou Essai sur la Structure de la Partie connue de la Terre*, F.G. Levrault, Paris, 1829, 435 p.
- de Haller A (2011): Fluid flow through the sedimentary cover in northern Switzerland recorded by calcite-celestite veins (Oftringen borehole, Olten). *Swiss Journal of Geosciences* 104(3): 493-506.
- de Haller A (2015): Effingen Member in the Baulmes Quarry (near Orbe, Yverdon): Calcite-celestite veins as indicators of past fluid flow. *Nagra Arbeitsbericht NAB 15-36*: 114 p.
- Drugman J (1948): Le groupement b1 quadruple de la calcite et son interprétation. *Bulletin de la Société Française de Minéralogie et de cristallographie* 70: 331-336.
- Efimenko N, Schneider J, Spangenberg JE, Chiaradia M, Adatte T, Föllmi KB (2014): Formation and age of sphalerite mineralization in carbonate rocks of Bajocian age in the Swiss Jura Mountains: evidence of Mesozoic hydrothermal activity. *Int. E. Earth Sci (Geol. Rundschau)* 103:1059-1082.
- Godet A (2006): The evolution of the Urganian platform in the Western Swiss Jura realm and its interactions with palaeoclimatic and palaeoceanographic change along the Northern Tethyan Margin (Hauterivian - earliest Aptian). PhD thesis, Université de Neuchâtel, Neuchâtel, 405 Seiten.
- Goldschmidt V (1939): *Atlas der Krystallformen*. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg: vol. 2.
- Hasinger O, Spangenberg JE, Millièrè L, Bindschedler S, Caillieu G, Verrecchia EP (2015): Carbon dioxide in scree slope deposits: A pathway from atmosphere to pedogenic carbonate. *Geoderma*, 247-248: 129-139.
- Iwanoff LL (1906): Ein wasserhaltiges Calciumcarbonat aus den Umgebungen von Nowo-Alexandria (Guv. Lublin). *Annu. Géol. Minéral. Russie*, 8: 23-25.
- Kennon NF (2006): A curious calcite morphology. *Australian Journal of Mineralogy* 12: 45-47.
- Klein G, Klein H (1988): Eine besondere Form des Calcits. *LAPIS* 4: 29.
- extraLAPIS (1998): Calcit, das formenreichste Mineral der Erde. extraLapis No. 14: Calcit.
- Megaw PKM, Huizing TE, Richards RP, Post JE (2018): Connoisseur's Choice: Distinctive Twinned Calcite from the Palmarejo Mine, Chihuahua, Mexico, *Rocks & Minerals*, 93:5, 434-441.
- Millièrè L, Gussone N, Moritz T, Bindschedler S, Verrecchia EP (2019): Origin of strontium and calcium in pedogenic needle fibre calcite (NFC), *Chemical Geology*, 524: 329-344.
- Millièrè L, Hasinger O, Bindschedler S, Caillieu G, Spangenberg JE, Verrecchia EP (2011): Stable carbon and oxygen isotopes signatures of pedogenic needle fibre calcite. *Geoderma* 161: 74-87.
- Offermann E (1997): Die verzwickten Calcit-Zwillinge vom Steinbruch Thomann bei Liesberg, Lauffental BL. *Schweizer Strahler*, 1: 30-38.
- Palache C (1943): Calcite, an angle table and critical list. Harvard University Department of Mineralogy and Petrology publication 259.
- Parker RL, Diehl E (1945): Über Calcitvierlinge von Robat-i-Karim (Iran). *Schweizerische Mineralogische und Petrologische Mitteilungen* 25: 341-348.
- Puschnig AR (2010): Welche Mineralien sind in der Umgebung Basels (NW-Schweiz) zu finden? Eine aktuelle Inventaraufnahme. *Mittg. der Naturf. Ges. beider Basel* 12: 25-47.
- Quenstedt FA (1843): *Das Flözgebirge Württembergs mit besonderer Rücksicht auf den Jura* Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung (Tübingen). 546 Seiten.
- Richards RP (1999): The four twin laws of calcite and how to recognize them. *Rocks & Minerals* 74: 308-317.
- Richards RP, Rodewald P (2008): Pseudo-octahedral Calcite from the Minesota Mine Ontonagon County, Michigan. *Rocks & Minerals* 83:4, 308-313.
- Rykart R (1986): Wachstumsbeschleunigung durch Zwillingsbildung. *Schweizer Strahler* 1, 229-238.
- Rykart R (1995): *Quartz-Monographie*. Ott-Verlag Thun. 462 Seiten.
- Scheidt, N (2019): Fault anatomy, porosity and pore connectivity: The La Sarraz-Mormont Fault System. Thesis. GeoFocus, Departement de Geosciences – Sciences de la Terre, Université de Fribourg (Suisse). Vol. 46, 191 Seiten.
- Schuler G (2001): Stalaktiten und Stalagmiten: Steinerne Gewächse oder... Kunstwerke der Natur? *Höhlen-Geheimnisse*. Mineralientage München. 118-121.
- Stoops G (1976): On the nature of «lublinite» from Hollanta (Turkey). *American Mineralogist*, 61 (1-2): 172.

Strunz H (1982): Mineralogische Tabellen. Akademische Verlagsgesellschaft Leipzig. 621 Seiten. 8. Auflage.

Thewalt U (2010): Beobachtungen an Kalzit von der Ulmer Alb. Jh. Ges. Naturkde Württemberg 166: S. 83-99.

Thewalt U, Dörfer G (2016): Faserförmiger Calcit (Lublinit) von der Schwäbischen Alb. Fossilien 2: 24-30.

von Buch L (1839): Über den Jura in Deutschland. Berlin: Druckerei der Königlichen Akademie der Wissenschaften. 49-135.

von Humboldt A (1799): Über die unterirdischen Gasarten und die Mittel, ihren Nachteil zu vermindern, ein Beitrag zur Physik der praktischen Bergbaukunde. Braunschweig: Vieweg. 39.

Žorž M, Dolinar I (2019): Karbonate und weitere Sekundärminerale. Lapis 7-8: 44-47, 52-53.

Miller-Indizes	Form in Andermatt et al. (2019)	Buchstabe (2019)	Form in dieser Studie	Buchstabe in dieser Studie	Bravais-Miller-Indizes
{110}	x	a	x	a	{11 $\bar{2}$ 0}
{100}	x	b	x	b	{10 $\bar{1}$ 0}
{340}	x	c	x	c	{34 $\bar{7}$ 0}
{025}	x	e			{02 $\bar{2}$ 5}
{012}	x	f	x	f	{01 $\bar{1}$ 2}
{101}	x	g	x	g	{10 $\bar{1}$ 1}
{074}			x	F	{07 $\bar{7}$ 4}
{021}			x	G	{02 $\bar{2}$ 1}
{502}			x	H	{50 $\bar{5}$ 2}
{401}	x	h	x	h	{40 $\bar{4}$ 1}
{801}	x	i	x	i	{80 $\bar{8}$ 1}
{081}			x	z	{08 $\bar{8}$ 1}
{113}	x	d	x	d	{11 $\bar{2}$ 3}
{443}			x	A	{44 $\bar{8}$ 3}
{221}			x	B	{22 $\bar{4}$ 1}
{125}	x	j	x	j	{12 $\bar{3}$ 5}
{214}	x	k			{21 $\bar{3}$ 4}
{315}	x	l			{31 $\bar{4}$ 5}
{212}	x	m	x	m	{21 $\bar{3}$ 2}
{514}	x	n			{51 $\bar{6}$ 4}
{413}	x	o			{41 $\bar{5}$ 3}
{312}	x	p	x	p	{31 $\bar{4}$ 2}
{153}			x	x	{15 $\bar{6}$ 3}
{274}			x	y	{27 $\bar{9}$ 4}
{211}	x	q	x	q	{21 $\bar{3}$ 1}
{4 12 5}			x	u	{4 12 $\bar{16}$ 5}
{532}			x	v	{53 $\bar{8}$ 2}
{131}	x	r			{13 $\bar{4}$ 1}
{272}			x	w	{27 $\bar{9}$ 2}
{321}	x	s			{32 $\bar{5}$ 1}
{541}	x	t			{54 $\bar{9}$ 1}

Tabelle 1: Formen von Calcit, die im Juragebiet, in dieser Arbeit und in Andermatt et al. (2019) beobachtet wurden. Die Beziehung zwischen Indizes und den für sie in den Zeichnungen verwendeten Buchstaben ist in beiden Studien gleich. In Andermatt et al. (2019) sind die Werte der dritten a-Achse für alle Formen weggelassen und stattdessen eine dreiachsige Notation verwendet. Gewisse Formen kommen nur in einer der beiden Arbeiten vor.

Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär		<2,58 mio a	Diverse rezente Bildungen
	Tertiär		2,58–66 mio a	
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide		66–145 mio a	Eclépens VD La Sarraz VD
	Jura	Malm	145–163,5 mio a	Cornaux NE Biel BE Gerhausen, Baden-Württ. / D Oberdrackenstein, Baden-W. / D Schelklingen, Baden-Württ. / D Ulm-Blaustein, Baden-Württ. / D Liesberg BL La Reuchenette BE La Neuveville BE Baulmes VD Trois-Villes VD Damparis, Dépt. Jura / F
		Dogger	163,5–174 mio a	Thürnen BL Münchenstein BL Nuglar BL Wenslingen BL Rickenbach BL
		Lias	174–201 mio a	Frick AG
	Trias	obere	201–237 mio a	Gansingen AG Eiken AG Balmberg SO
		mittlere	237–247,2 mio a	Unterer Hauenstein BL
		untere	247,2–251,9 mio a	Zeiningen AG

Tabelle 2: Formationen der in dieser Arbeit erwähnten Fundstellen.