

Erscheinungen wandernder Kieselsäure unter dem Einfluß tektonischer Zusammenhänge.

Von Ortwin G a n s s.

Bei meinen geologischen Kartierungen im Toten Gebirge und Dachsteingebiet beobachtete ich Verkieselungserscheinungen, deren Erklärung mir zuerst, wie bei den meisten Fällen dieser Art, nicht ganz verständlich wurde. Erst im Vorjahr wurde bei meinen Begehungen im Dachsteingebiet meine Aufmerksamkeit erneut auf die Frage der Verkieselung gelenkt und günstige Aufschlußbedingungen ließen mich auch an die Zusammenhänge dieser Frage herantreten. Obwohl es sich bei diesen Verkieselungen nur um lokale Erscheinungen handelt, so scheint es mir doch nicht überflüssig, diese Beobachtungen näher auszuführen. Denn gerade die ungemein mannigfaltige und stark diskutierte Frage über Verkieselungsvorgänge macht es noch immer nicht überflüssig, auf die Beschreibung von neuem und weniger mehrdeutigem Beobachtungsmaterial zu verzichten.

Die alpinen Aufsammlungen stammen von drei getrennten Fundpunkten, wobei 2 von mir selbst aufgefunden wurden, während ich den Hinweis auf analoge Verhältnisse im Sonnwendgebirge Herrn Prof. Dr. Erich Spengler verdanke. Auffallend ist nur die Gleichartigkeit der an so verschiedenen Punkten auftretenden Verkieselungen und obwohl es sich hier um z. T. komplizierte und spezielle Bedingungen handelt, so ist die Gesetzmäßigkeit zwischen Ursache und Wirkung umso merkwürdiger. Bevor ich auf den Verkieselungsvorgang selbst zu sprechen komme, so können einige kurze Hinweise auf die geologischen und besonders tektonischen Verhältnisse der zu besprechenden Lokalitäten nicht unterbleiben, da dadurch erst die Frage der Verkieselung beleuchtet wird. Und zwar sei mit der Beschreibung jener Lokalität begonnen, deren günstige Aufschlußbedingungen besonders zu diesen Untersuchungen anregten, — nämlich das Schnittler Moos im Gebiete des Plassen (westlich von Hallstatt).

Die geologischen Verhältnisse des Schnittler Moores und die Frage der „Doggerbreccie“ in der Plassengruppe.

Auf der Aegerterschen „Karte der Dachsteingruppe“ finden wir diese sumpfige Mulde zwischen den Westabhängen des Planckensteinplateaus und einem sanft ansteigenden Karrengebirge im Osten in ihrer Morphologie ausdrucksvoll wiedergegeben. Mit der Geologie der Plassengruppe und der Natur der juvavischen Deckschollen überhaupt hat sich E. Spengler eingehend auseinandergesetzt. (E. Spengler: Die Gebirgsgruppe des Plassen und des Hallstätter Salzberges, Jahrbuch der geologischen Bundesan-

stalt, Bd. LXVIII, 1918.) Bezüglich der Altersfrage der juvavischen Überschiebung ist die Stelle des Schnittler Mooses neben denjenigen an der Westseite des Brieltales die bedeutendste des ganzen Plassengebietes, da hier die Überschiebungslinie (tirolischer Dachsteinkalk — juvavische Decke) von Gosaukonglomeraten verklebt wird! Die leicht verwitterbaren Konglomerate nehmen zum größten Teil den Raum des Schnittler Mooses ein und ziehen von hier den Westabhang des Plankensteinplateaus empor. Auf der vorzüglichen geologischen Karte von E. Spengler erkennt man auch, daß in der nördlichen Fortsetzung des Schnittler Mooses Klaus- und Hierlatzkalke anstehen, die jedoch wie immer keine geschlossene Sedimentdecke bilden, sondern in unregelmäßigen, tektonisch veränderten Massen dem Dachsteinkalk aufgelagert sind. Ergänzend sei beigelegt, daß auch Radiolarit am Boden des Schnittler Mooses ansteht, wodurch die stratigraphische Vollständigkeit der tirolischen Einheit vom Dachsteinkalk über den Hierlatzkalk, Klauskalk, bis zum Radiolarit vollständig vorliegt, jedoch in tektonisch sehr beanspruchtem Zustand. Der aus Gosaukonglomeraten und Radiolarit bestehende Boden des Schnittler Mooses wird vom gelb markierten Weg Gosauschmied-Hallstat gequert. Kommt man von Hallstatt, so sieht man rechterhand des Weges aus dem Wiesenboden einige stark verkarstete Kalkbuckeln aufragen, die aus durchknetetem Klauskalk und Dachsteinkalk zusammengesetzt sind.

Diese sind es, die die Verkieselungen enthalten und die folgenden Beobachtungen anregen. Zu bemerken wäre vorher, daß der Klauskalk gegenüber der Masse des Dachsteinkalkes sehr zurücktritt und oft nur in dünnen Fladen mit dem Dachsteinkalk verquetscht ist. Der Dachsteinkalk selbst ist stellenweise ganz zertrümmert und die Klüfte sind durch rötliche Verfärbung kenntlich gemacht, wodurch der Brecciencharakter der Kalkmassen deutlich hervorgehoben wird. Die Ursache zu dieser Zertrümmerung gab natürlich die Überschiebung der juvavischen Decke. Hierlatzkalk fehlt an dieser Stelle und findet sich erst weiter nördlich. Der im Wiesenboden zu Grus verwitterte Radiolarit ist als Breccienbestandteil nicht nachweisbar. Dieses merkwürdige tektonische Verhalten des Radiolarit ist kein Einzelfall und auf ähnliche Erscheinungen habe ich auf S. 345 meiner Totengebirgsarbeit (1) hingewiesen. — Soweit es mir möglich war, frische Stücke von Radiolarit zu beobachten, fielen mir einige Variationen im Gesteinsverhalten auf. So treten Gesteinstypen von toniger Beschaffenheit, deutlicher Schichtung und roter Farbe auf, während andere wiederum geringen Tongehalt aufweisen und das Kieselgestein dann chalcedonähnliches Aussehen annimmt, wobei die roten und grünen Farbtöne sich oft scharf und unregelmäßig abgrenzen.

Die nähere Begehung des Schnittler Mooses läßt an den erwähnten brecciösen Kalkbuckeln merkwürdig ausgewitterte, warzenförmige, an der Oberfläche rauhe Gebilde erkennen, wie sie etwa in gleicher Häufigkeit auch in den von E. Spengler (3), S. 328—329, beschriebenen „Lichten Jurabreccien und Hornsteinwarzen“ auftreten. Kittel und Mojsisovics haben diese Hornsteinwarzen führenden Kalke für oberjurassisch gehalten und letzterer deutete die Kieselwarzen als Spongienreste. Doch bereits beim Lesen der sehr objektiven Plassenarbeit S. 314 (3)¹⁾ gelangt man zu dem Schluß, daß sich diese für Dogger gehaltene „Breccie“ nur durch das Auftreten der Kieselwarzen vom sonstigen Dachsteinkalk petrographisch unterscheidet. Nur der noch ungenügend definierte Begriff der tektonischen Breccie hatte Spengler davon abgehalten, die Doggerbreccie zu streichen, bei der es sich nur um eine tektonische Breccie an der Schubbahn der juvavischen Decke handelt. Die dünne Haut der tirolischen Juradecke wurde während der Überschiebung zerrissen, an anderen Stellen gestaut und zum Teil mit dem Dachsteinkalk verspießt, wodurch sich tektonische Bilder ergaben, die mit der ursprünglichen Form der Ablagerung nicht mehr identisch sind. Zum größten Teil ist die eben besprochene meist monomikte (also nur aus Dachsteinkalk bestehende) Breccie entstanden und die Hornsteinwarzen finden als sekundäre Gebilde eine Erklärung, wie ich sie noch für die übrigen Verkieselungen ausführen werde. Daß es sich bei den Hornsteinwarzen auch nicht um sekundär verkieselte ehemalige Spongien handelt, geht aber aus folgenden Beobachtungen einwandfrei hervor: Etwas nördlich des Weges von der Blaicken-Alm (südl. des Plassen) gegen die Klaus-Alm gewahrt man, noch bevor man den Klausgraben erreicht, einen frischen und offenbar jungen Aufschluß, der ein sehr eigenartiges tektonisches Bild enthüllt. Über einem wie von Gletschereis geschliffenem rundbuckelartigem Relief liegt dünngebankter meist rotbrauner bis gelbgrüner Radiolarit, der die Unebenheiten des Dachsteinkalkes umfließt. (Die ganze Serie fällt etwa 30 bis 40 Grad gegen O ein.) Nur in den tiefsten Mulden des Dachsteinkalkes schaltet sich zwischen diesen und den Radiolarit eine Breccie ein, die bis aus kopfgroßen mehr oder weniger glatt geschliffenen Dachsteinkalktrümmern besteht. Die nordwärts bewegte juvavische Decke hat also unter ihrer Last den Radiolarit von seiner Dachsteinkalkunterlage abgeschert und zum Teil als Breccie aufgearbeitet. Die Anordnung der Breccienkomponenten und ihre Häufung auf in der Bewegungsrichtung gelegenen Hindernissen ist auch hier ein eindeutiger Beweis für

¹⁾ „Hingegen soll nicht geleugnet werden, daß megalodontenfreie, aber sonst im Handstück von Dachsteinkalk nicht zu unterscheidende weiße Kalke auch im Dogger in den später zu besprechenden „lichten Doggerkalken“ auftreten.“

den Mechanismus der juvavischen Decke, wie er von Spengler vertreten wird.

Auffallend ist nun, daß die Elemente der Reibungsbrecchie fast durchweg vollständig mit den sogen. Kieselspongien umwachsen sind! Als verkieselte organische Reste wären sie alle mit dem sie umhüllenden Kalk glatt weggeschliffen worden, da jedoch das Gegenteil zu beobachten ist, so muß es sich um kleine Kieselkonkretionen handeln, die erst nach Beendigung des tektonischen Vorganges entstanden sind. Dabei sind die einzelnen Kugeln nicht nur oft miteinander verwachsen, sondern sie vereinigten sich zu unregelmäßigen Gebilden, die dann in phantastischen Formen weiterwuchsen. Da der Beginn aller dieser Gebilde an der Oberfläche der Breccientrümmen gelegen ist, so ist selbst die Annahme eines organischen Kernes, um den sich die Kieselsubstanz angesammelt hätte, gänzlich überflüssig.

Eine viel mannigfachere Art der Verkieselungen trifft man unzweifelhaft am Schnittler Moos an, obwohl quantitativ dieses Vorkommen gegenüber jenen weit verbreiteten „Doggerbreccien“ zurücktritt, deren spongienähnliche Pseudofossilien auch im Schnittler Moos charakteristisch sind. Die Quarzkugeln erreichen hier eine Größe von einigen Zentimetern und erinnern im Querschnitt an die typischen Chalcedongeoden melaphyrischer Gesteine. Die Farbe des Chalcedons ist weiß, stellenweise bläulich und manchmal ist sogar ein zonarer, achatähnlicher Aufbau festzustellen. Das Innere der Geoden ist mit zierlichen Bergkristallen ausgefüllt, deren Pyramidenflächen immer gut ausgebildet sind. Die Oberfläche der größeren Geoden ist nicht immer kugelförmig, sondern unregelmäßig gestaltete Fortsätze lassen sich ins Nebengestein verfolgen.

Im Zusammenhang mit dieser Verkieselung beobachtet man auch meist eine Verfärbung des ursprünglich weißen Dachsteinkalkes. M. E. dürfte es sich um umgelagerte Eisenoxydlösungen handeln, deren Herkunft aus den immer eisenreichen Radiolariten kaum anzuzweifeln ist. Der Kalk wurde durch diese infiltrierte Lösung nicht einheitlich verfärbt, sondern da sich die Lösungen an den zahlreichen Klüften ihren Weg bahnten, so erscheint das Gestein unregelmäßig rot und gelb gefleckt.

Außer den rein anorganischen Gebilden charakterisieren das Vorkommen am Schnittler Moos noch verkieselte Versteinerungen, wobei besonders zierliche Stöcke von Thecosmilien zu erwähnen sind. Es ist unzweifelhaft, daß diese Verkieselung gleichfalls wie die Geodenbildung ein nicht nur postdiagenetischer, sondern auch posttektonischer Vorgang ist, gerade die orogenetischen alpinen Bewegungen waren es, die durch die Zerklüftung des Gesteines die Wanderung der Kieselsäure ermöglichten!

Verkieselungen im westlichen Toten Gebirge:

Ähnliche Verkieselungen wie im Plassen Gebiet beobachtete ich auch im westlichen Toten Gebirge, wo zum ersten Male meine Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung gelenkt wurde. Im gesamten Bereich meiner Kartierungen fand ich im Dachsteinkalk nie verkieselte Fossilreste, außer in den auf Profil VIII, Taf. XV [O. Ganß (1)] dargestellten Dachsteinkalkschollen zwischen dem Gamskogel und dem Predigkogel. Das Profil läßt deutlich erkennen, daß es sich hier um den zertrümmerten Stirnteil einer gewaltigen, zum größten Teil aus Dachsteinkalk bestehenden Falte handelt, deren Trümmer sich in die Hornsteinkalke einbohrten. Und gerade diese, also eine Art tektonische Großbreccie darstellenden Blöcke führen verkieselte Fossilien. Neben den gleichen wie am Schnittler Moos auftretenden Thecosmilien, fanden sich hier auch noch Terebrateln. In der genannten Arbeit, S. 333, habe ich die Art der Verkieselung näher beschrieben. Hornsteinknauer konnte ich gleichfalls in großen Mengen feststellen. Erst das gründliche Studium der Lagerungsverhältnisse hat mich dazu geführt, diese Kalke für Dachsteinkalke zu halten und nicht für ein ähnliches Gebilde wie die „Doggerbreccie“ in der Plassengruppe. Die sog. „Spongien“ habe ich im Toten Gebirge des öfteren beobachtet, doch immer nur an den Stellen, an denen eine Verknüpfung von Dachsteinkalk mit Hornsteinkalk oder Radioarität vorlag.

Die verkieselten Fossilien am Schnittler Moos und beim Gamskogel berechtigen zu der Folgerung, daß der Dachsteinkalk im allgemeinen wohl fossilreicher ist, als man im Normalfall bei der schlechten Auswitterung der Fossilien zu sehen bekommt. Große Fossilkomplexe, wie die bekannten Megalodontenbänke und Lithodendren sind wohl sehr auffällig, täuschen jedoch über den wahren Fossilinhalt hinweg.

Weiters müssen wir aus diesen Beobachtungen den in ähnlichen Fällen zur Vorsicht gemahnenden Schluß ziehen, daß ein Gestein durch tektonische Vorgänge neuerlichen diagenetischen Vorgängen ausgeliefert sein kann. Dadurch wird sein früheres Aussehen so verändert, daß stratigraphische und damit auch paläogeographische Fehlschlüsse verursacht werden. (Bspl. die „Doggerbreccie“ im Plassengebiet.)

Die Verkieselungen des Sonnwendgebirges:

Im Kapitel „Hornsteinbreccie“ (S. 115—118) führt Fr. Wähner (Das Sonnwendgebirge im Unterinntal, 1903) eine Reihe verkieselter Fossilien an, die obertriadischen und oberjurassischen Kalken entstammen. Es sind fast immer einzelne Blöcke, die in einer meist aus Kieselgesteinen bestehenden Breccie stecken. Wie bei den vorgenannten Beispielen, so sind auch im Sonn-

wendgebirge die Verkieselungen nur an jene Kalke gebunden, die durch die Überschiebungsvorgänge in kieselsäurereiche Gesteine gelangten.

Einen solchen, besonders schönen Kalkblock bildete E. Spengler im II. Teil des Sonnwendgebirgswerkes auf Taf. XXIV ab²⁾). Der mit * bezeichneten Felskopf besteht aus Malmkalk und enthält besonders reichlich verkieselte Korallen, die von Othmar Kühn (Die Hornsteinbreccie des Sonnwendgebirges und ihre Korallenfauna, Paläontologische Zeitschrift, Band 17.) eingehend bearbeitet wurden. Durch diese genaue Bestimmung war auch die nicht immer klare Alterstellung der einzelnen Kalkblöcke möglich geworden!

Nähere Angaben über das äußere Bild dieser Verkieselungen sind in der oben angegebenen Literatur enthalten. Daß die Kieselsäure den Kalken erst sekundär zugeführt wurde, darüber sind sich wohl alle Autoren einig. Dies allein scheint mir jedoch nicht das Wesentliche an dieser merkwürdigen Erscheinung zu sein; viel mehr Interesse beansprucht die Tatsache, daß erst das Zusammenwirken von tektonischen Bedingungen die Ursache dieser Verkieselungen geworden sind.

Die Ursache posttektonischer Verkieselungsvorgänge:

In tektonischem Zusammenhang wurde meines Wissens noch kaum der Einfluß wandernder Kieselsäure berücksichtigt, wie er in den Alpen wahrscheinlich noch öfter zu beobachten sein wird.

Nur A. Winkler hat sich mit der Bildung mesozoischer Hornsteine in den Julischen Alpen näher auseinandergesetzt, deren Bildungsgeschichte allerdings mit den hier angeführten Beispielen nichts zu tun hat. Aber immerhin ist recht bezeichnend, daß der alpinen Winkler'schen Arbeit eine ganze Anzahl den gleichen Stoff behandelnde Arbeiten aus dem Flachlande gegenübersteht. Dadurch bekommt die ganze Problemstellung einen doch etwas einseitigen Charakter, denn gerade in den an Kieselbildungen so reichen Gesteinen der Alpen ließen sich viele Fragen lösen. Meist wird nur immer das Feuersteinproblem der Schreibkreide behandelt, die ja mehr oder weniger doch nur ein ganz spezieller Fall ist, umso mehr als nun doch endlich die Tatsache feststeht, daß der Kieselsäuregehalt von Spongienriffen herrührt.

Trotz dieser Einheitlichkeit (der allerdings stark variierende Komplikationen ein mannigfaltigeres Bild geben) haben zahlreiche Autoren ihre Einzelbeobachtungen nur dazu benützt, um die extremsten Ansichten zu verfechten. Wie so oft in ähnlichen Fällen, so treffen die Erklärungen der verschiedenen Autoren wohl zu, jedoch niemals kann einer oder der anderen Fassung

²⁾ Auf der geologischen Karte findet sich dieser Kalkblock (mit Fossilzeichen 270 m NW von der Gruberlacke eingezeichnet.

eine verallgemeinernde Form gegeben werden. — Eine Darstellung der neuesten Theorien über die Hornsteinbildung erscheint nicht notwendig, da die alpinen tektonisch bedingten Verkieselungen aus dem Rahmen der Feuersteinbildung herausfallen. Außerdem ist bei W. Wetzel (6) zu den Arbeiten von Schwarz und Wroost bereits ausführlich und kritisch Stellung genommen. M. E. dürfte für die Feuersteinbildung im allgemeinen doch die Auffassung im Sinne Wetzels als erwiesen gelten. Wetzel deutet die Entstehung der Feuersteine syndiagenetisch, wobei die Mitwirkung der Fäulnissubstanzen noch eine große Rolle spielt und im Austausch von Fäulnissubstanz und Kieselgel eine Art Paragenese vor sich geht. — Den spät-diagenetischen Feuerstein gebilden spricht Wetzel dagegen nur geringe Bedeutung zu und doch ist gerade die spät-diagenetische Verkieselung oft ausschließlich auf ehemalige organische Reste geknüpft. Von Fäulnisresten wird man hier kaum sprechen können und doch muß es sich um eine ausgesprochene Paragenese handeln, bei der eben noch andere, vielleicht heute noch kaum erfassbare Ursachen eine Rolle spielen könnten! Die Molekularanordnung in einem Korallenskelett oder einer Brachiopodenschale könnte noch lange nach dem Verlust sämtlicher organischer Reste einen Einfluß auf die Verkieselung haben, und vielleicht handelt es sich dann bereits um mineralogische Vorgänge, die als Pseudomorphose reichlich verbreitet sind. Auf alle Fälle sind es meist sehr komplizierte Stoffwanderungen, deren Ursachen nicht immer nach einem Muster vor sich gehen werden.

Beispiele des böhm. Paläozoikums:

Die Mannigfaltigkeit solcher Vorgänge will ich mit einigen Beispielen belegen, um zu zeigen, daß trotz der äußeren Übereinstimmungen, für jedes Beispiel eine andere Erklärung zutreffen wird. Als wenig bekannt führe ich aus dem böhmischen mittleren Obersilur (e) (Orthocerenkalk) Orthoceren an, deren Luftkammern mit flüssigen oder paraffinähnlichen Bitumen ausgefüllt sind. Vielleicht wird in diesem Falle der Einwand erhoben, daß Bitumensubstanzen zu keinem Vergleich herangezogen werden können. Trotzdem weist die Verknüpfung von Bitumen und Quarz im folgenden Beispiel auf die verwandtschaftliche Rolle beider Stoffe, die durch eine gewissermaßen 2. Diagenese (Verzerrung) ausgelöst wurde. — Diesen komplizierten Fall beobachtete ich im mittleren Untersilur (d ε). Diese Stufe besteht meist aus Grauwacken und Schiefern, während Kalke gänzlich zurücktreten. Stellenweise führen diese Schichten Eisenerze, den sog. Chamoisit (basisches Eisenoxydul-tonerdesilikat). Die Struktur des Chamoisits ist immer oolithisch. In dieser oft ziemlich einheitlichen Masse fand ich Ansammlungen von *Aristocystites* bohe-

micus Barr. und Orthoceren, deren Inneres mit derbem Quarz, Bergkristall oder mit einer glänzend schwarzen anthracitähnlichen Substanz erfüllt ist. Der Durchmesser der Cystoide beträgt etwa 5 cm und wenn man den Kohlenstoffgehalt der Anthracitsubstanz auf organische Substanzen umrechnen würde, so kämen ganz beträchtliche Volumina zustande. Diese gewaltige Kohlenstoffkonzentration ist gleichfalls ein spätdiagenetischer Prozeß, der etwas nach der Verkieselung einsetzen mußte. Die Kalkskelette der Orthoceren und Cystoiden sind oft noch im ursprünglichen Calcit erhalten. Ihr Inneres ist entweder teilweise oder vollständig mit Anthracit ausgefüllt. Im ersteren Falle legt sich Kieselsubstanz als massiger derber Quarz der Innenwand des Skeletes an, während der restliche Raum mit Anthracit ausgefüllt ist. Ist das Innere der Fossilien vollständig mit Quarz erfüllt, so beschränkt sich der Anthracit nur auf Klüfte oder er gibt das Füllmaterial zwischen den verzahnten Kristallindividuen. Ohne auf Details näher einzugehen, so scheint es mir doch eindeutig, daß diese gewaltigen Stoffkonzentrationen, die einzig und allein an die Hohlräume der organischen Reste gebunden sind, ihre Ursache der Vererzung verdanken. — Wie in den Alpen die Tektonik gewissermaßen einen neuen diagenetischen Vorgang einleitete, so hier die Vererzung. Beide Vorgänge versetzen das Gestein in einen labilen Zustand, aus dem heraus sich wie bei der Metamorphose ein neuer Zustand herausbildet.

Wie gerade Klüfte einzig und allein die Wanderung von gelösten Stoffen ermöglichen, zeigte mir ein Beispiel im oberen Gotlandium ($\epsilon\gamma$) des Radotiner Tales westlich von Prag. Diese Stufe besteht hier aus stark bituminösen, schwarzen Kalken, die wohl bankig, sonst aber überaus massig entwickelt sind. Das Korn dieses Kalkes ist sehr fein und gleichmäßig und bedingt so die leichte Spaltbarkeit nach sämtlichen Richtungen. Wegen dieser Eigenschaft wird der $\epsilon\gamma$ -Kalk in den Steinbrüchen des Radotiner Tales zu Straßenpflaster geschlagen, zu dem er, wie kaum ein anderes Gestein des böhmischen Paläozoikums wegen seiner leichten Bearbeitung geschaffen ist. Ein scharfer kräftiger Hammer schlag genügt, um das Gestein in jeder Richtung an glatten Flächen zu zerteilen. Diese besondere Eigenschaft des Kalkes mußte auch der Entstehung der Klüfte ihren deutlichen Ausdruck verleihen. Wie die Hammerschläge das Gestein an scharfen geraden Rissen zertrümmern, so rissen auch tektonische Spannungen den $\epsilon\gamma$ -Kalk an vertikalen Klüften auseinander. Die so entstandenen Zerrklüfte mußten längere Zeit offengestanden haben, ohne daß sie durch eigenen Detritus verunreinigt wurden, und dadurch die Zirkulation des Wassers behinderten. In den meisten anderen Gesteinen des böhmischen Paläozoikums, wie z. B. in den unterlagernden Orthocerenkalken, durchziehen die Klüfte nicht mehr

geradlinig das Gestein, sondern pflanzen sich unregelmäßig zwischen jeweiligen Schwächezonen fort.

Die Ausheilung der $\epsilon\gamma$ -Klüfte des Radotiner Tales erfolgte durch Auskristallisation von grobspätigem Calcit und — besonders hervorzuheben ist — durch freischwebende Bergkristalle, mit wohlausgebildeten Prismen und Pyramidenflächen. Zweifellos setzte sich letztere Neubildung aus eingedrungenen Tageswässern ab, deren Kieselsäuregehalt ganz gut den überlagernden hornsteinführenden devonischen Knollenkalken (Ga) entstammen könnte. Hier fand also Entkieselung statt, die sehr wahrscheinlich klimatische Ursachen gehabt hat. Die Auskristallisation in den Klüften des $\epsilon\gamma$ -Kalkes macht allerdings auch in Anbetracht der günstigen Kristallisationsbedingungen einige Schwierigkeiten, deren letzte Deutung aber kaum gelingen dürfte.

Die schwebend ausgebildeten Bergkristalle erreichen etwa cm-Größe und sind bei breiteren Klüften wenig verzerrt. Nur in den feinsten Spalten waren die Wachstumsbedingungen gehemmt und die Kristalle wuchsen flächenhaft weiter. Obwohl bei sekundärer Kieselsäureabscheidung in Kalkgesteinen immerwieder die Beobachtung gemacht wird, daß die Kieselsubstanz den Kalk verdrängt, so konnte ich dafür in den $\epsilon\gamma$ -Kalken keinen Beweis erbringen. Dicht werden die Klufflächen von cm²-großen flächigen Quarzkristallen bedeckt und nirgends gewahrt man auch nur die Spur des Eindringens in den Kalk. Während ein Austausch gegen den $\epsilon\gamma$ -Kalk sicher nicht erfolgt ist, so ist die Umsetzungsmöglichkeit mit der Klufffüllung (grobspätiger Calcit) nicht erwiesen, denn beide können gleichzeitig entstanden sein. „Die möglichst leichte Austauschmöglichkeit der Kieselsäure“ (Schwarz, 4) gegen Kalk trifft also auch nicht immer zu und es müssen da Stoffe eine Rolle mitspielen, die vielleicht nur in solchen geringen Mengen im Gestein enthalten sind, daß sie als Lösungsgenossen die Austauschvorgänge und den Gesamtcharakter eines Gesteins auf das Entschiedenste beeinflussen können.

Auch die Ausscheidung der Kieselsäure ist, wie man sieht, spezifischen Modifikationen unterworfen und es ist nicht ganz leicht zu verstehen, warum sich in einem Falle eine amorphe Substanz abscheidet und in anderem Falle eine kristalline. Die Vorgänge sind so mannigfaltig, daß vorerst noch weitere Beobachtungen an ähnlichen Fällen weit notwendiger sind, als die Auswertung eines einzigen Beispiels, das immer die Gefahr der Einseitigkeit in sich birgt.

Verkieselungsspuren an den $\epsilon\gamma$ -Fossilien fehlen gleichfalls vollständig, wiewohl die Reste oft noch soviel organische Substanz enthalten, daß nach Wetzel (6) dadurch eine Paragenese zwischen organischer Substanz und der Kieselsäure zu erwarten wäre.

Für das Alter der *ey*-Klüfte haben wir keinerlei Anhaltspunkte. Immerhin scheint mir ein jugendliches Alter aus dem Grunde wahrscheinlicher, als die Erosion bereits ziemlich abgetragen haben muß, da diese Kluffüllungen kaum in großer Tiefe vor sich gegangen sind. Im Vergleich mit den alpinen Beispielen zeigt sich hier der gleiche Wesenszug in der Abhängigkeit der Kieselsäurewanderung von der Gesteinszerklüftung, die in der tektonischen Breccie eine vollständige Durchtränkung mit SiO_2 zur Folge haben kann, während im böhm. Paläozoikum nur die wenigen Klüfte den Weg der Kieselsäure weisen. Zum Unterschied jedoch ist hier ein Austausch zwischen Kalk und Kieselsäure nachweislich nicht erfolgt, während dort ein bedeutender Austausch zwischen beiden Substanzen stattgefunden hat.

Folgerungen aus den alpinen Verkieselungen:

Mit Absicht habe ich die Beispiele aus dem böhmischen Paläozoikum in dieser Arbeit mitverwendet, da dadurch die Problemstellung interessanter und auf eine breitere Basis gestellt wird, — wenn auch die Einheitlichkeit eines Lösungsversuches dadurch illusorisch wird. Doch da die Mannigfaltigkeit solcher Fragen wohl kaum von jemandem angezweifelt wird, so möge die Aufzählung böhmischer Beispiele als brauchbare Ergänzung in der Vielheit dieser Probleme angesehen werden.

Da nach dem bisherigen auch bei den alpinen Verkieselungen nicht spätdiagenetische, sondern sogar posttektonische Verkieselung vorliegt, so wäre zu untersuchen, welche der bisherigen Theorien der Deutung der in dieser Arbeit angeführten alpinen Verkieselungen gerecht wird.

Vorher sei nochmals betont, daß die Verkieselungen im Dachsteinkalk nicht nur alleinig mit der Überlagerung von Radiolarit in Zusammenhang stehen. Denn ursprünglich bildete der Radiolarit eine zusammenhängende Sedimentdecke im gesamten Dachsteinmassiv und da müßte man zumindestens ausgedehntere Verkieselungszonen antreffen. Freilich ist diese Sedimentdecke heute nicht mehr auch nur annähernd in ihrer ursprünglichen Verbreitung vorhanden, da sie als mobile Masse während des juvavischen Deckenschubes zerrissen und in regellosen Fetzen unter der Schubfläche verschoben wurde. Nur an zwei Stellen innerhalb des zentralen Teiles des Dachsteinmassivs, gelang mir der Nachweis zweier Radiolaritvorkommen, die dem Dachsteinkalk im ursprünglichen Verband aufgelagert sind. Das eine Vorkommen liegt knapp unterhalb des Niederen Grünberges bei etwa 2100 m, das zweite Relikt wurde unterhalb des Hohen Grünberges bei 2200 m kartiert. Der Radiolarit liegt in horizontaler Lagerung dem flach südfallenden Dachsteinkalk auf.

Obwohl nun der Kontakt zwischen Radiolarit und Dachsteinkalk an den beiden Grünbergen infolge der Vegetationslosigkeit überaus günstig aufgeschlossen ist, so konnten im Dachsteinkalk weder Verkieselungen noch anorganische Kieselsäureausscheidungen nachgewiesen werden. Es ist unzweifelhaft, daß die eindringenden Tageswässer auch hier aus dem Radiolarit Kieselsäure aufnahmen, sie jedoch im Kalk nicht in konzentrierter Form abgaben. In seinem Äußeren hätte dieser Vorgang eine gewisse Ähnlichkeit mit der Wroostschen Sickerwasserhypothese. An den alpinen Beispielen tritt jedoch nur dann auch Verkieselung ein, wenn das vom Sickerwasser durchdrungene Gestein vollständig zertrümmert ist und so ein intensives Durchfließen der mit SiO_2 beladenen Wässer möglich wurde. Dann trat auch ein reger Austausch zwischen der Kalksubstanz und der Kieselsäure ein und wo keine organische Substanz verkieselt werden konnte, da bildeten sich anorganische Konkretionen, die früher als Spongien gedeutet wurden. Die ausgesprochene Kugelgestalt dieser Gebilde hängt wohl nur damit zusammen, daß in diesem Falle bei größtem Volumen die kleinste Oberfläche erzielt ist und damit dem Weiterwachsen die geringsten Hindernisse gesetzt sind.

Bemerkenswert ist die Feststellung, daß sowohl im Dachsteingebiet als auch im Toten Gebirge und Sonnwendgebirge die Verkieselungen zugleich auch mit den tektonisch bedeutendsten Linien zusammenfallen, woraus ich die tektonische Bedingtheit der Verkieselungen mit Recht zu vertreten glaube.

Schrifttum.

1. G a n s s, O.: Zur Geologie des westlichen Toten Gebirges. Jahrb. d. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1937.
2. K ü h n, O.: Die Hornsteinbreccie des Sonnwendgebirges und ihre Korallenfauna. Paläontologische Zeitschrift, Bd. 17.
3. S p e n g l e r, E.: Die Gebirgsgruppe des Plassen und des Hallstätter Salzberges. Jahrb. d. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1918.
4. S c h w a r z, A.: Untersuchungen über die Bildungsweise von sedimentären, festen Kieselsäuregesteinen nichtklastischen Ursprungs. Senckenbergiana, Bd. 11, 1929.
5. W ä h n e r, Fr.: Das Sonnwendgebirge im Unterinntal, I. Bd. 1903. II. Bd. für die Drucklegung bearbeitet und vollendet von E. Spengler. 1935.
6. W e t z e l, W.: Die Entstehungsgeschichte verschiedener Arten von Kreidefeuersteinen, Zeitschrift d. D. Geol. G. Bd. 89, 1937.
7. W i n k l e r, A.: Über die Bildung mesozoischer Hornsteine. — Tschermaks Min.-Petrogr. Mitt., N. F., Bd. 38, Wien 1925.
8. W r o o s t, V.: Vorgänge der Kieselung am Beispiel des Feuersteins der Kreide. Abh. Senckenberg. naturf. Ges., 1936.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1938

Band/Volume: [86](#)

Autor(en)/Author(s): Ganss Ortwin

Artikel/Article: [Erscheinungen wandernder Kieselsäure unter dem Einfluß tektonischer Zusammenhänge 70-80](#)