

Süßwasserkalke aus dem Kaiserstuhl und Breisgau

mit Tafel I und II und 3 Abbildungen

von

Erwin Rutte, Freiburg i. Br.

Zu einer lithologischen Untersuchung badischer Süßwasserkalke wurden auch Gesteine verhältnismäßig geringer Flächenausdehnung herangezogen. Es handelte sich dabei um Kalke vorwiegend chemisch-anorganischer Entstehung, und zwar um Sinterkalke und deren Abarten. Die lithogenetische Deutung erlaubte teilweise umfangreiche Schlußfolgerungen auf das Bildungsmilieu und andere geologisch-paläontologische Faktoren.

Die Untersuchungen wurden an Handstücken (diese angeschliffen) und an Dünnschliffen vorgenommen, von denen eine größere Zahl zur Verfügung stand.

Die Proben entstammen den folgenden Lokalitäten:

- A. Sinterkalk von Schelingen im Kaiserstuhl
- B. Karstkalke von Landeck (Bohnerzkalk)
- C. Sinterkalk von Hecklingen (Gehängetuffe Absatzkalke Sinterkalke Großporenkalke Algenkalke)



A. Sinterkalk von Schelingen

Auf der Südseite des Tales von Oberbergen-Schelingen, am Nordfuß des Badberges im zentralen Kaiserstuhl, kommen in einem Rebberg Süßwasserkalke zum Vorschein. Die Lokalität (Bl. Eichstetten bzw. Bl. Endingen 1:25 000, Schnittpunkt der 300-m-Isohypse mit dem Kartenrand südlich der Straße Oberbergen-Schelingen) liegt in der Nähe der Grenze Badberg-Marmor — Essexit.

Der Kalk, der eine Fläche von etwa 2 Ar einnimmt und nicht leicht aufzufinden ist, wurde vom Mineralienhändler F. SCHWALM 1913 entdeckt. DEECKE (1917, S. 433) beschreibt ihn als einen gelbroten, röhriigen Süßwasserkalk, als einen Travertin, dessen Röhren Schilfabdrücken entsprächen. An Landschnecken werden erwähnt: *Helix aff. sylvana* KL., *Clausilia grandis* KL., und *Cyclostoma bisulcatum* A. BR.; DEECKE erwägt ein oberoligozänes Alter der Kalke.

SOELLNER (1929, S. 50) betrachtet die „Kalksinterbildungen“ als Absätze heißer Quellen, die „schon zu Ende der Tertiärzeit zum Absatz kommen konnten“

PFANNENSTIEL (1933, S. 103) beschreibt das Vorkommen als Algensinterkalk und schließt, nachdem die Landschnecken DEECKES in *Cepaea sylvana* KL., *Triptychia grandis* KL., *Pomatias consobrinum* SANDB. umbenannt worden sind, mit diesen auf ein obermiozänes Alter.

Nun lassen vor allem morphologische Gesichtspunkte (RUTTE 1950, S. 95), so die Tatsache, daß der Kalk sich erst gebildet haben kann, als das Tal von Schelingen bereits bestand (es dürfte ausgeschlossen sein, daß es sich seit Obermiozän in der heutigen morphologischen Situation befindet), die Vermutung aufkommen, es handle sich um eine weit jüngere Bildung.

Da in der unmittelbaren Nachbarschaft, im Badloch bei Vogtsburg, eine warme Quelle austritt, sind entsprechende fossile Verhältnisse nicht unwahrscheinlich.

Indem die nachfolgenden Untersuchungen die Algenkalknatur des Schelinger Kalkes nicht erweisen konnten, wird das Gestein als „Sinterkalk von Schelingen“ bezeichnet.

In der weiteren Umgebung von Schelingen, besonders am Ohrberg im Osten des Ortes, konnte Herr Dr. W WIMMENAUER mehrere kleine, flächig verbreitete Süßwasserkalke in verschiedenen Niveaus nachweisen. Es handelt sich dabei ebenfalls um Sinterkalke, die aber der jetzigen Landoberfläche auflagern und im Gefolge lokaler Wasseraustritte entstanden sein dürften. Zu dem hier beschriebenen Sinterkalk bestehen weder altersmäßig noch genetisch Beziehungen.

✱

Das Vorkommen wurde nach sämtlichen Kalkvarietäten abgesucht; es fanden sich dabei verhältnismäßig sehr wenig Differenzierungen. Gleichgroße Vorkommen, die auch genetisch einigermaßen entsprechend sind (wie etwa Hecklingen), zeigen bedeutend mehr Gesteinsarten.

Die Betrachtung der Handstücke weist auf eine unter einem einzigen Bildungsgesetz stehende Kalkablagerung hin.

Beschreibung:

Gemeinsam ist allen Proben die braune bis gelbe Grundfarbe der Kalke, die durch sekundäre Infiltration schwarzer Substanzen (Mangan, Eisenspat u. a.) sowie chemische Anlagerungen von wasserklarem bis schneeweißem Kalzit modifiziert werden.

Jedes Handstück setzt sich aus zahlreichen stengeligen Säulchen zusammen, deren Zwischenräume von verschiedenem Material gefüllt sind. Dieses in Schelingen hauptsächlich verbreitete Gestein wird im folgenden als Säulchenkalk bezeichnet.

Auf angewitterten Gesteinsflächen beobachtet man \pm parallel stehende, pfeilerartige, knotige Türmchen, Säulchen und Höcker von unregelmäßiger Begrenzung, zwischen denen größere und kleinere Vertiefungen zu ruppigen, bizarren Skulpturen führen (Taf. I, Bild 3).

Anschliffe senkrecht zu den Säulchen zeigen diese als konzentrisch-schalig umwickelte, meist runde oder ovale Querschnitte. In den Zwischenräumen befindet sich entweder feiner oder grober Detritus zertrümmerter Säulchen, oder sekundär angelagerter, lamellierter, durchsichtig-dichter Kalzit. Nicht selten sind die Zwickel leer.

An Längsschnitten der Säulen bemerkt man einen schmalen, meist mit Sekundärkalzit erfüllten nadelförmigen Raum, der von parallelen Streifen, den geschnittenen Schalen, umgeben ist. Die Säulchen gehen mit scharfer Grenze in das umgebende Füllmaterial über. Verzweigungen und horizontale Bauelemente, etwa basale Ansätze, konnten nicht beobachtet werden.

Schiefe Schnitte, zu denen infolge unregelmäßiger Erstreckung der Säulchen fast alle Anschliffe führen, weisen eine typische Knäueltextur auf.

Die Lagen der konzentrisch-schalig struierten Säulchen folgen sich in außerordentlich engem Abstand. Ein runder Querschnitt mit 1 mm Radius wies 19 Schalen auf.

Vereinzelt beobachtet man unregelmäßige Lagen und Bänder, die von den röhri gen Abdrücken der Grünalge *Vaucheria* durchzogen sind. Diese für Sinterbildungen bezeichnende Gattung ist unter ähnlichen Umständen auch in Hecklingen (S. 28) nachgewiesen.

Ganz selten sind krustige Überzüge vorzufinden. Abdrücke höherer Pflanzen fehlen fast völlig, mit ihnen die bezeichnenden Lücken und Anlageerscheinungen.

Offenbar wurden die während der Bildungszeit mürben, leichtzerstörbaren Säulchen zerbrochen, der Detritus in den Zwickeln und Zwischenräumen verbliebener Gerüste angereichert. Von hirsekorngroßen bis mikroskopisch kleinen Körnern sind alle Größen vertreten. Örtlich herrscht entweder grobe oder feinkörnige Komponente vor, im letzteren Fall ein Bindemittel vortäuschend. Die Vergesellschaftung ursprünglich anstehender Stengel mit eigenem Detritus gehört zum üblichen Bild Schelinger Süßwasserkalke. Besondere Einregelungsgesetze konnten nicht beobachtet werden.

Andere Kalkvarietäten treten gegenüber dem Säulchenkalk sehr an Bedeutung zurück. Die folgenden Gesteinstypen wurden festgestellt:

1. Als Seltenheit eine auffallend strohgelbe, sehr poröse, säulchenfreie Kalkvarietät, in der weißlichgraue Einschlüsse unregelmäßig verbacken sind. Letztere stellen schlierige Kalke als Abkömmlinge chemisch angelagerter Partien dar. Die mengenmäßig überwiegende Grundmasse stellt sich als lokal angereicherter, feinsten Detritus von Säulchenkalken heraus.

2. Dasselbe detritäre Sediment findet sich gelegentlich in kleinen, taschenartigen Vertiefungen innerhalb der Säulchenkalke angereichert.

Verschiedene Gesteinspartien sind umkristallisiert, wobei die Stengeltexturen verwischt sind. Sie können dann gewissen Handstücken des Badberg-Marmors ähnlich sein.

Eine große Rolle spielen bei sämtlichen Kalkvarietäten die sekundär erfolgten Ausfüllungen von Hohlräumen mit Kalzit. Von groben Kalzitrasen über feingebänderte Überzüge bis zum hyalin wirkenden Füllmittel kommen alle Übergänge vor. Der Kalzit ist entweder wasserklar oder schneeweiß; dies führt zu einer farblichen Auflockerung des sonst eintönig bräunlichen Gesteins. Weitgehend ersetzt der Sekundärkalzit den feinen Sedimentdetritus, der ansonsten die Hohlräume aufzufüllen pflegt. Der stengelumhüllende Ringeffect wird durch chemische, konzentrisch-schalige oder drusige Anlagerung des Sekundärkalzites in den Lücken nachgeahmt.

Aus dem Grad der Beteiligung des Sekundärkalzites am Aufbau des Gesteines lassen sich die Schelinger Kalke in drei Gruppen einteilen:

1. Dichte, spätige, bräunliche Sinterkalke mit kaum Sekundärkalzit.
2. Kalke mit gleichen Mengen von Sinterkalk und Sekundärkalzit.
3. Kalke mit vorherrschendem Sekundärkalzit neben stark zurücktretendem Sinterkalk in ursprünglich stark groblückigen Gesteinen.

Örtlich finden sich oberflächenbildend dünne, schalig-krustige Überzüge aus porösen, pustelige Erhöhungen bildenden Kalken. Sie dürften auf gesteinsbildende Spaltalgen — die nicht näher zu bestimmen waren — zurückzuführen sein. Strukturell unterscheiden sie sich deutlich von den anderen Kalken.

Landschnecken ließen sich nur nach langer Suche, dann nur in außerordentlich spärlicher Zahl und außerdem in sehr schlechter, eine nähere Bestimmung nicht gestattenden, Steinkern-Erhaltung vorfinden. Der Sinterkalk von Schelinger stellt sich als ein sehr fossilarmes Gestein heraus. Vermutlich aber hat in gewissen Partien eine Anreicherung stattgefunden, aus denen frühere Bearbeiter die Gastropoden sammeln konnten.

Eine schwarze, matte Masse findet sich oft als wandständiger, dünner Überzug; es ist die gleiche Substanz, die örtlich Verfärbung und Verdunkelung in diffuser Verteilung hervorruft. Es handelt sich um Mangan-Mulm, der im Verein mit Eisenspat und anderen, teilweise bunten Mineralien auch innerhalb der Sinterkalke die Kaiserstuhlumgebung nachweist.



Die Dünnschliffe Schelinger Kalke zeigen außerordentlich einheitliche Bilder. Texturelle Varianten resultieren aus der wechselnden Lage gebrochener und verlagertes Säulchen zwischen den stehengebliebenen, ehemals \pm senkrecht gelagerten. So ergeben sich fast in jedem Schliff zahlreiche Schnittvarianten durch die größeren Bauelemente.

Die Säulchen sind ausnahmslos aus dünnen, abwechselnd hellen und dunklen Lamellen, die sich um einen meist kleinen, länglichen Kern winden, aufgebaut (Taf. I, Bild 1, 2). Die Einzellamellen sind max. 0,2 mm stark, oft schmaler. Sie sind in sich wieder geschichtet. Es wurden z. B. auf 1,2 mm Schale 20 deutliche Lamellen gezählt. Quer zur Längsrichtung der Säulchen erfolgte Schnitte sind großen Ooiden nicht unähnlich. Längsschnitte zeigen den Kern, der immer aus einem langen, dünnen Pflanzenstengel (Moose) bestanden hat. Vereinzelt ist dieser Raum leer und mit Sekundärkalzit erfüllt. Es besteht eine Ähnlichkeit zu rezenten Bachsinterbildungen, die meist einen gleichen Stengel (Moose, Wurzeln) als Ansatzpunkt zur Umkrustung besitzen.

Besonders charakteristisch ist das starke Zurücktreten radiärer Elemente in den Umkrustungen. Kanäle, Radialfaserungen, Zerreißen usw. ließen sich nicht nachweisen.

Zwischen den primär und sekundär lagernden Säulchen liegt, regellos eingestürzt, Säulchen detritus wechselnder Größe in einer grauen, feinstkörnigen Grundmasse. Als Besonderheit und als ein wichtiger Indikator für das Bildungsmilieu fanden sich häufig Schälchen glattschaliger Ostracoden. Reste unbestimmbarer Kalkalgen waren nur vereinzelt nachzuweisen. Dünnschalig umkrustete, kleine Schnecken wurden in spärlicher Verbreitung festgestellt.

Deutung:

Der Schelinger Sinterkalk geht auf chemische Anlagerung um pflanzliche Substanzen — es dürften hauptsächlich Moose in Frage kommen — zurück. Die an rezenten Moossintern beobachteten Strukturen und Texturen ließen sich bis zu den Einzelheiten mit dem fossilen Material vergleichen. Das bedeutende Höhenwachstum beim Fehlen von größeren Verunreinigungen bzw. Absatz- und Schwemmprodukten läßt — wie auch die geologische Situation — auf Bildung in unmittelbarer Nähe des Austrittes einer (? warmen) kalkreichen Quelle aus dem Badberg-Marmor schließen. Die Anhäufung zermahlener Kalke zwischen Primärbildungen läßt auf Wassermengen schließen, die teilweise in freiem Fall über Kaskaden sprangen und dabei mechanische Arbeit leisten konnten. Derselben Kraft dürften die häufigen abgebrochenen und zerstörten Kalksäulchen, die als Füllung in den Zwischenräumen auftreten, zuzuschreiben sein. Doch spricht das Fehlen weiterer Verunreinigungen, vor allem von größeren Mengen an Landschnecken, für eine intensive oberflächliche Säuberung der sich im langsamen Höhenwachstum stockwerkartig auftürmenden, ehemals skulptierten, aber glatten, moosbedeckten Sinterkalkoberfläche. Wechselnd starkes Höhenwachstum verursachte ein Relief, in dem sich lokal Schüsseln und Becken, gefüllt mit stehendem Wasser, gebildet haben dürften. Hier siedelten sich die Süßwasserostracoden an, ferner jene Algen, die in Rudimenten von Algenkalken nach-

zuweisen waren, hier blieben die Reste höherer Pflanzen liegen, die übersintert und damit verbacken werden konnten, hier bildeten sich in Anreicherung detritogener Komponenten jene vom üblichen Sinterkalk-Gepräge abweichenden Varietäten.

Die in der Flächen- und Mengeneinheit teilweise überwiegenden Sekundärkalzitaneicherungen dürften als syngenetische, kaum als paradiagenetische Ausfüllungen aufzufassen sein. Der reiche Kalkgehalt der in den überaus zahlreichen Poren und Hohlräume zirkulierenden Wässer führte in den tieferen und ältesten, toten Kalken zu chemischer Anlagerung. Dies bewirkte eine Verfestigung der primär sehr locker gebauten Sinterkalke. Ohne syngenetische Füllung der Hohlräume würde das Kalkgerüst schon nach geringem Höhenwachstum zusammenbrechen, die Einzelteile würden vom fließenden Wasser verschwemmt, eine Felsbildung wäre in größerem Umfange nicht möglich gewesen.

Nur ein geringer Prozentsatz der Kalzitfüllungen, auch die Umkristallisationen, dürften auf diagenetische Beeinflussungen zurückgehen.

Zusammenfassend betrachtet stellt der Schelinger Sinterkalk ein relativ einheitliches, lithologisch nur wenig differenziertes Gestein aus der Gruppe der Sinterkalke dar.

Der Untersuchungsbefund spricht gegen die Weiterführung der bisherigen Bezeichnung „Algensinterkalk“. Der makroskopisch stellenweise täuschend ähnliche Algenkalkhabitus hält der mikroskopischen Betrachtung nicht stand. In keinem der Dünnschliffe fanden sich Hinweise auf Algen, die als Ursache der Umkrustung von Pflanzen in Frage kommen könnten. Vielmehr ist in der Regelmäßigkeit des Mikrogefüges eine Bestätigung der chemisch-anorganischen Abkunft der Masse der Kalke gegeben. Die Bezeichnung Sinterkalk kommt den Verhältnissen am nächsten.

B. Karstkalke

Bohnerzkalke von Landeck

Bohnerzkalke sind eine typische Bildung des Jüngeren fossilen Karstes der südbadischen Vorbergzone. Man trifft sie in allen verkarstungsfähigen Gesteinen, in idealer Ausbildung besonders innerhalb von Muschelkalk. Als Typlokalität des bisher wenig beachteten Karstkalkes kann der Muschelkalkbruch bei Landeck nördlich Emmendingen gelten.

Von dort beschreibt ihn RUTTE (1951, S. 26) als einen kompakten, rötlichen Kalk flächiger Verbreitung, der örtlich auch lockeren Aufbau besitzen kann. Fast immer sind in einer ±dichten Kalkgrundmasse Fremdkörper verbacken, die überwiegend von Gesteinen der nächsten Umgebung abzuleiten sind, sofern nicht Verschleppungen weiteres Material lieferten. Am auffallendsten sind Anteile des (namengebenden) Bohnerzes.

Bohnerzkalk entsteht innerhalb Hohlräumen der Kalksteine als sedimentärer Niederschlag kalkreicher, stark verunreinigter Karstgewässer unter Beteiligung zahlreicher Fremdmaterialien. Seine Bildungszeit fällt in das Altdiluvium (RUTTE 1951, S. 33).

✱

Die Außenflächen der Bohnerzkalk-Handstücke sind grob-unruhig skulptiert und rau, teils abhängig von der Gestalt des formengebenden Karsthohlraumes, teils durch Anlösungen des Kalkes im Karstsystem; teils bedingt durch den Gehalt an eingeschlossenen, fest verbackenen, nach außen ragenden, unlöslichen Fremdkörpern. Letztere werden bis 2×3 cm groß und setzen sich etwa zu gleichen Teilen aus Muschelkalkhornsteinen, Buntsandsteinquarziten und schwarzen, stets gerundeten Bohnerzen zusammen. Die Verteilung in der gleichbleibend hellbraunen Grundmasse ist, wie bei Rosinen im Kuchen, völlig unregelmäßig. Örtlich sind dünne, sinterige Überzüge in Form von Kalzitkristallrasen vorhanden.

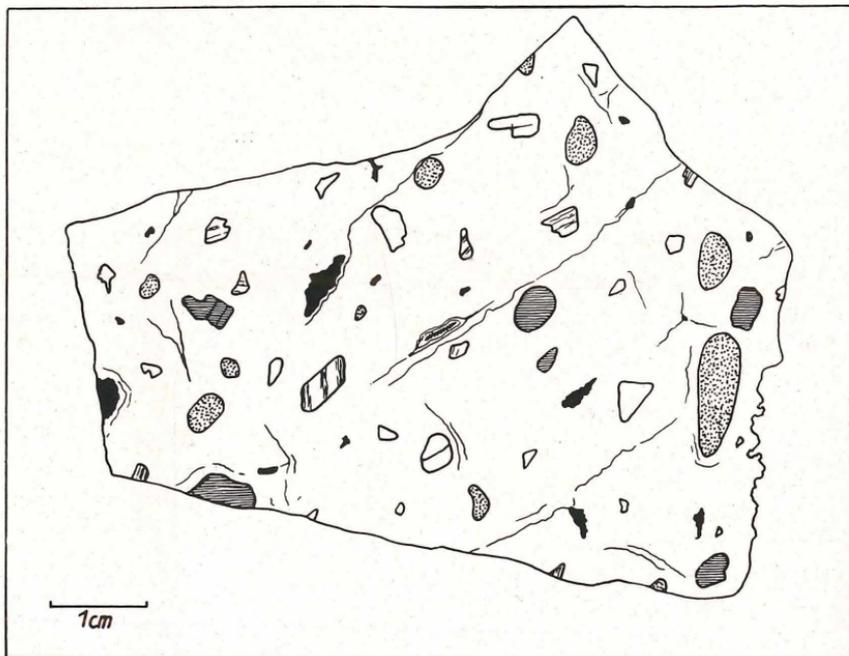


Abb. 1: Bohnerzkalk von Landeck. Ungeregelte Verbackung von Bohnerzen (gepunktet), Muschelkalk (horizontal schraffiert) und gebänderten und opaken Hornsteinsplittern (weiß) in der von Schwundräumen (schwarz) und -rissen durchsetzten rotbraunen Karstkalk-Grundmasse. Nach einem Anschliff.

Der Anschliff (Abb. 1) zeigt noch deutlicher die unregelmäßige Verteilung der Einschlüsse, zu denen sich in untergeordneten Mengen Splitter Oberen Muschelkalkes gesellen. Die Grundmasse ist verschiedentlich von Lücken, Rissen und sigmoidalen Sprüngen durchschwärmt, die zum größten Teil auf sekundär unvollständig geschlossene Zerrspalten zurückgehen. Offenbar hat, als die Grundmasse noch zähplastisch war, eine Verformung stattgefunden. In denselben Spaltensystemen findet sich auch sekundärer, durchsichtig-dichter Kalzit, entweder als klar begrenzte Spaltenfüllung, oder mit verschwimmenden Übergängen in die Grundmasse.

Deutung:

In einem Karsthohlraum kommt ein stark verunreinigter, breiig-zähflüssiger Kalkschlamm zum Absatz. Mit der Austrocknung bzw. Verhärtung setzen Schrumpfungen ein, die sich in zahlreichen Schwundrissen äußern und sekundär von durchsichtig-dichtem Kalzit gefüllt werden können. Andere Öffnungen werden durch die beim Schrumpfen auftretenden Kräfte zusammengedrückt; ein Vorgang, der sich noch im plastischen Stadium vollzogen haben muß. Für den breiigen Zustand zeugen die unregelmäßig verteilten Einschlüsse, die weder lagige Einschichtung noch Gravitationsdifferentiationen zeigen. Vermutlich wurde die Substanz bei den im Karst üblichen Umlagerungen mehrfach bewegt und dabei teigartig durchgeknetet. Nur unter dieser Vorstellung läßt sich die intensive Durchmischung der Grundmasse mit den nicht kleinen Einschlüssen verstehen.

Das Material selbst entstammt dem angrenzenden Gestein, hier Muschelkalk, und dem Karst. Während die Bohnerze von der Oberfläche — wie sicher auch der größte Teil der Muschelkalkkomponenten (Hornsteine) geliefert wurden, stellt der für die Verbackung nötige hohe Kalkgehalt Gelöstes dar, das sich ständig erweiternden Hohlräume dar. Die Grundmasse hat nicht nur die Farbe, sondern auch den hohen Prozentsatz an toniger Substanz feinverteilter Bolus zuzuschreiben.

Der Bohnerkalk bildet ein typisches Karstprodukt, seine Bestandteile lassen sich zwanglos aus dem Milieu des fossilen Karstes der südbadischen Vorbergzone ableiten. Auch für die genetische Deutung ergeben sich keinerlei Komplikationen. Der Bohnerkalk stellt ein Sediment des fossilen Karstes dar.



Diese Deutung wird durch ein Handstück, das nach dem Anschleifen weitere spezielle Eigenheiten erkennen ließ, unterstrichen. (Abb. 2; die Nummern im Text beziehen sich auf die Abb.).

Zunächst läßt sich ein (1) länglich-kantiger „Kern“ von grau-blauem Muschelkalk (7×2,5 cm) erkennen, der von einer 2—3 cm starken „Schale“ (2) eines einsprenglingsreichen Bohnerkalkes umgeben ist.

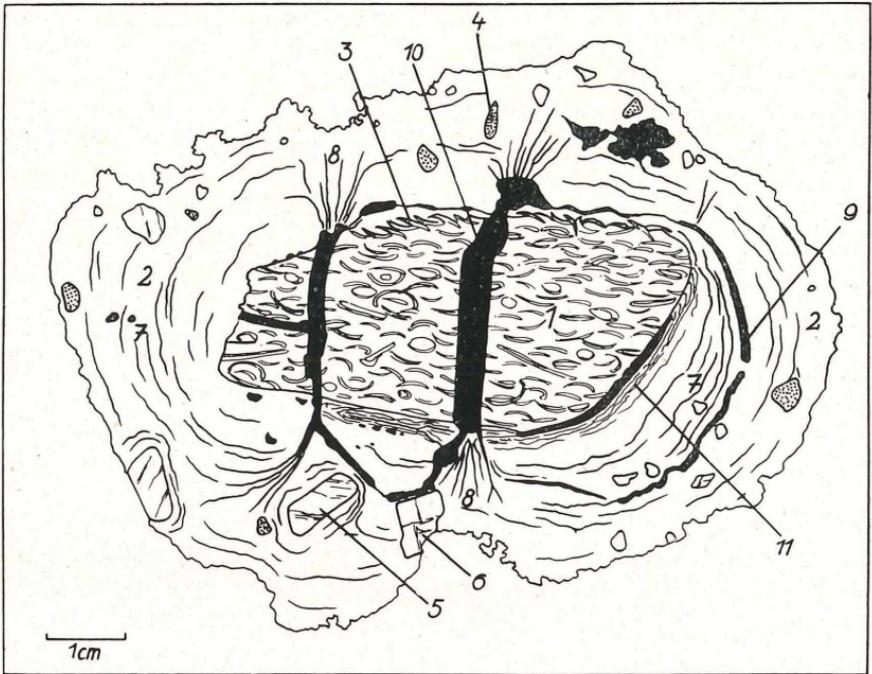


Abb. 2: Ein vom Bohnerz umhüllter „Kern“ aus Muschelkalk. Starke Abhängigkeit der Schwundräume und -risse von dessen Form. Breite, schrumpfungsbedingte Spalten (schwarz). Nähere Erläuterung im Text S. 24. Nach einem An-schliff.

Der Muschelkalk stammt sicher aus dem Material des Steinbruches, in dessen Schlotten sich der Bohnerz bildete. Er hat daher keinen weiten Transport erfahren. Daraus erklärt sich das Fehlen jeglicher Rundung. Vor der Verbackung in den Karstkalk hat eine Verwitterung der äußersten Rinde stattgefunden, was auf eine kurzfristige Lagerung des „Kernes“ an der ehemaligen Karstoberfläche hinweist. Örtlich, besonders an der Oberseite (3), sieht man, daß sich zwischen die härteren und daher stehengebliebenen Lumachellen verzahrend Bohnerz kalschiebt.

Von weiterem, bohnerz-kalk-fremdem Material sind zahlreiche kleinere (1 mm — 1 cm ϕ) Einsprenglinge vertreten. Es sind dies entweder schwarze Bohnerze (4) oder glasig-durchscheinend gebänderte (5) und hellgraue, opake (6) Hornsteinsplitter aus dem Muschelkalk.

Der Bohnerz kals ist auffallend rotbraun. Die Färbung stammt von feinverteiltem Bolus, der bekanntlich den meisten Karstkalken die Farbe verleiht. Er ist feinporös, zudem sind durch Schrumpfung größere Risse und Löcher nachträglich entstanden. Er fühlt sich rau und sandig an, was auf

Beimengung zahlreicher kleiner Kalkpartikelchen in der ansonsten feinkörnigen Masse zurückgeht. Eine primäre Schichtung oder besondere Einregelungserscheinungen sind nicht nachweisbar.

Charakterisierendes Element sind syngenetisch bzw. während der Erhärtung des Materials entstandene zonare Suturen bzw. radiär orientierte Schrumpfungsrisse.

In der Umgebung des Muschelkalkkernes zeigt sich innerhalb des Bohnerzkalkes eine randparallel verlaufende feine Äderung (7). Wellige, abreißende und neu beginnende, selten länger als 2 cm werdende Risse des Bohnerzkalkes sind mit grauem, kalzitischem Zement erfüllt. Das zahlenmäßige Maximum der Sprünge liegt etwa 1 cm vom Kernrand entfernt. Bei größerer Entfernung werden die Risse etwas breiter, pflegen jedoch gegen die Enden auszudünnen.

Gegenüber den zahlreichen zonalen Elementen sind büschelig verlaufende Radiärsprünge verhältnismäßig selten (8).

Aber auch um größere Einschlüsse sind gleichgeartete, konzentrisch angeordnete Adern festzustellen. Kleinere zeigen diese Erscheinung nicht.

Teils an der Kernwand, teils in einiger Entfernung verlaufen offene, bis 2 mm breite Schwundrisse (9). Der „Kern“ selbst ist in mehrere Teile zerbrochen (10), ein Vorgang, der sich erst nach Einbettung in den Bohnerzkalk vollzogen haben kann.

In der übrigen Bohnerzkalk-Masse befinden sich weitere, noch zahlreiche Löcher und Risse, oft von Kalkspäten erfüllt, ohne ein bestimmtes System erkennen zu lassen.

Randliche Partien an einigen Stellen der Außenfläche des Kernes (11) weisen lagig struierten Bohnerzkalk oder Kalzit auf. Es sind dies ehemalige Schwundräume, die wieder gefüllt werden, und zwar, wie noch offene, drusige Höhlungen andeuten, in chemischer Anlagerung von den jeweils äußeren Wandungen her.

Deutung :

Das Handstück stellt innerhalb der Bohnerzkalke eine Ausnahme dar. Die knollige Absonderung ist untypisch, die Umhüllung eines „Kernes“ mit deutlichen Anzeichen zonarer Strukturen ebenso, obgleich das eine mit dem anderen ursächlich verknüpft zu sein scheint.

Die auffallende Größe des „Kernes“ dürfte Anlaß für diese Erscheinungen sein. Schon bei kleineren Einsprenglingen zeigt sich, als ein Spiegel der Schrumpfungen, die randparallele Äderung, die bei dem großen Stück entsprechend umfangreicher ist. Die mit Sekundärkalzit gefüllte Äderung hat eine gerüstartige Verfestigung des Bohnerzkalkes bewirkt, die Absonde-

rungsform ist Funktion der jeweiligen Härteverhältnisse. Insofern ist die knollige Form des Handstückes rein zufällig und nicht mit Umwachsungen oder konkretionären Bildungen zu vergleichen.

Die Frage der Bedingtheit der Äderchen, die ehemals offene Risse dargestellt haben müssen, ist nicht ohne weiteres zu beantworten.

Eine Möglichkeit bestände in einer Verfestigung des dickflüssigen Kalkschlammes — was der Bohnerzkalk primär darstellte — durch das Hineinfallen des schweren „Kernes“, wobei durch die Druckwirkungen wechselnd starke Kompressionen erzeugt wurden, die bei weiterer Verfestigung örtlich Anlaß zu Schwundrissen waren. Dem widerspricht, daß die Äderchen gleichmäßig um den ganzen „Kern“ vorhanden sind und daß irgendwelche Fluidalituren fehlen. Ferner, daß auch kleinere, leichtere Einschlüsse dasselbe Phänomen aufweisen.

Wahrscheinlich sind die Äderchen feinste Schrumpfrisse, feinere Abkömmlinge der augenfälligen Schwundräume und -risse in nächster Nähe des „Kernes“. Beim Trocknen und Erhärten des schlammigen Kalkbreies, der zusammengeschwemmten Karstrübe, äußerte sich der Volumenverlust an der Grenze verschiedener Medien, hier am Kontakt Kern/Bohnerzkalk. Aber auch in der weiteren Umgebung konnte sich der Einfluß des „Kernes“ noch auswirken: feine Risse sprangen auf, um wieder von Sekundärkalzit gefüllt zu werden, so die Schrumpfungstendenzen widerspiegelnd. Diese Beobachtungen gelten gleichermaßen für große wie kleine Einsprenglinge. Die Bezeichnung „Kern“ ist also eine willkürliche, dem Eindruck des Handstückes entsprechende.

Wie stark die Kräfte während des Schrumpfens waren, zeigt die Zerspaltung des Muschelkalkkernes. Dieser weist bis max. 5 mm breite, noch offene Spalten auf. Das ehemals zusammengehörige Gestein wurde vom Bohnerzkalk wie von den Backen eines Schraubstockes gepackt und auseinandergezerrt. Der Verlauf der Spalten zeigt, daß die Zugkräfte nach mehreren Seiten wirkten. In Abhängigkeit davon bildeten sich auch die radiären Büschelsprünge. Die noch unverfüllten Spalten weisen auf das relativ junge Alter der Bohnerzkalke hin.

In einzelnen Hohlräumen am Rande des Kernes schied sich daraufhin lagiger Kalzit, verunreinigt durch Bohnerzkalkmaterial, in wechselnder Menge aus und täuscht bei flüchtiger Betrachtung eine konkretionäre Umwachsung vor.

Die Durchmischung des Bohnerzkalces mit heterogenem Material erklärt sich aus dem Karstmilieu, an das der Bohnerzkalk aufs engste geknüpft ist. Die fehlende Sortierung deutet auf die Spontaneität der Aufschüttung hin, ferner auf die breiartige Konsistenz des Mediums, die ein gravitatives Anreichern vermeiden ließ.

C. Sinterkalk von Hecklingen

Im Niveau der alten Straße südlich Hecklingen, am Südostfuß des Kohler, steht in 195 m ein Süßwasserkalk an. Das kleine, nur einige m³ große Vorkommen ist von STIERLIN (1912, S. 678) entdeckt und bisher nur von ihm näher beschrieben worden.

Unter Löß, und an Muschelkalk geklebt, erscheint dort ein vorwiegend roter, selten bräunlicher, sehr harter Kalk mit eingebackenen kleinen Bruchstücken des dahinter anstehenden Mittleren und Oberen Muschelkalkes, sowie Schnecken, von denen STIERLIN *Helix*, *Succinea* und *Pupa* erwähnt. Der ca. 15 m lange und 3—4 m hohe Aufschluß bietet bei großzügiger Betrachtung ziemlich gleichbleibende lithologische Gegebenheiten. Gelegentlich schwankt die Menge der Verbackungen. Durchgehend herrscht eine gewisse Löchrigkeit in den Kalken vor. Sekundärkalzit dringt nicht selten in die Hohlräume vor, tektonische Klüfte und schmale Spalten füllend. Örtlich wird so ein gequälter Habitus der Kalke hervorgerufen.

Es handelt sich um einen typischen Sinterkalk. „Die Entstehung dieses Kalkes dürfte wohl auf eine Quelle zurückzuführen sein, die über der dahinterliegenden Anhydritgruppe zutage trat“ (STIERLIN 1912, S. 678).

„Über das Alter, ob pliozän oder altdiluvial, läßt sich nichts Genaueres aussagen, da Säugetierreste nicht gefunden wurden“ (STIERLIN, S. 678). Die Alterseinstufung STIERLINS dürfte etwas zu hoch gegriffen sein. Morphologische Deduktionen (RUTTE 1950, S. 103) lassen auf ein jungdiluviales Alter des Hecklinger Kalkes schließen, denn der Vorfluter Rhein und die Riegeler Pforte, an der Hecklingen liegt, mußten sich zumindest erst unter 195 m eingeschnitten haben, damit das von der Anhydritgruppe aufgestaute Wasser überhaupt austreten konnte. Auch deutet die Fauna auf den jüngeren Löß und damit jungdiluviales Alter hin.

Lithologische Untersuchung:

Der Aufschluß Hecklingen weist in der Verteilung der Kalkvarietäten eine gewisse Buntheit auf. An Varietäten kommen die folgenden, für Sinterkalke typischen Gesteine vor:

1. Gehängetuffe 2. Absatzkalke - 3. Sinterkalke 4. Großsporenkalke 5. Algenkalke.

1. Gehängetuffe (*Vaucheria*-Kalktuff)

Taf. II, Fig. 1

Diese stellen einen Großteil der Hecklinger Kalke. Es handelt sich um einen fleischroten, leichten Kalk, regellos durchsetzt von einzelnen kleinen Bruchstücken brauner und roter Sinterkalke, Muschelkalkmaterial und (selten) Schneckenschalenresten.

Charakteristisch sind massenhaft vorhandene, meist regellos verbreitete, selten lagig angeordnete offene Poren, Kanäle und Schläuche kleinster Dimensionen, die dem Gestein ein kavernös-poröses Gepräge verleihen. Unter der Lupe erkennt man, daß alle Hohlräume äußerst regelmäßig längs- und quergeschnittene Einzelröhren, oder von schwammartigen Gerüsten erfüllte Löcher darstellen. Die Wandungen der Röhren sind gewöhnlich von weißlicher, seltener schwarzer, hauchdünner Kalkschale gebildet, die schwammartigen Gerüste bestehen auch aus derselben Substanz.

Die Röhren sind Abdrücke von Schläuchen der Grünalge *Vaucheria*. Aus der Art der Verteilung der Röhren im Gestein kann man auf die Gehänge-tuffnatur der roten Kalke schließen.

Im Querschnitt sind die Röhren durchschnittlich 0,2 mm breit, die Länge wechselt stark. Sie bilden Bögen und manchmal Knäuel. Fast immer weisen die Röhren Einschnürungen auf.

Einige breitere Klüfte sind sekundär teilweise oder ganz von weißlichem Kalzit erfüllt.

Die auffällige rote Farbe dürfte auf feinverteilten Bolus zurückgehen. Die Handstücke fühlen sich sehr rau und sandig an, was auf die zahlreichen feinen Lücken des Gesteins zurückzuführen ist.



Die massenhaft auftretenden, leeren, röhri gen Abdrücke von *Vaucheria* lassen nach einem Vergleich mit rezentem Material den roten Kalk als einen fossilen Gehängetuff erscheinen. Diese Annahme wird noch durch die geologische Situation, die Hanglage, unterstrichen.

Daß das Hecklinger Vorkommen allein mit dieser Art Kalk nicht erklärt werden kann, ergeben die Befunde an anderen Handstücken. Zu diesen bestehen keinerlei Übergänge.

Beanspruchungen des Kalkes sekundärer Art ließen lokal kleine Spalten und Risse entstehen, die leicht von den organogenen Poren und Röhren unterschieden werden können.

2. Absatzkalke

Taf. I, Bild 4; Taf. II, Fig. 3

So fern zunächst die Vorstellung eines Absatzkalkes innerhalb eines Sinterkalkvorkommens liegen mag, so häufig sind derartige Bildungen verbreitet. Indem sie einen großen Teil der Einschlüsse in anderen Varietäten stellen, seien sie — auch der relativen Häufigkeit entsprechend — an zweiter Stelle beschrieben.

Die Absatzkalke sind dicht und von brauner oder erbsengelber Farbe. Auch größere Flächen des stumpf brechenden, pelitischen Kalkes weisen keine besonderen Strukturen auf. Erst unter dem Mikroskop lassen sich kleine,

max. 0,1 mm große Körnchen aus durchsichtig-dichtem Kalzit erkennen, die als Fremdkörper in der aus einheitlich 0,02 mm großen Komponenten zusammengesetzten Grundmasse schwimmen.

Klüfte, von weißem Kalzit gefüllt, durchziehen in wechselnder Breite regellos den Kalk. Ehemalige Hohlräume, bis 5 mm ϕ , sind mit der gleichen Substanz verschlossen.

Die Bruchfläche wirkt kristallinisch-rauh. Selten finden sich die Fossilien, und zwar größere Landschnecken, in schlechtem Erhaltungszustand.

Nur in der Farbe unterschieden, ist in Hecklingen auch eine fleischrote Absatzkalk-Variante verbreitet.

Einige Handstücke lößfarbenen Absatzkalkes sind von lagig angeordneten, 1—2 mm breiten Streifen spongiöser Gerüste untergliedert. Unschwer stellt sich die Ähnlichkeit der Poren mit den Algenfädenabdrücken des Gehänetuffes heraus. Im Gegensatz sind aber hier die organogenen Einzelröhren in bestimmten Horizonten massiert.

Es läßt sich ablesen, daß Absatzkalk in rhythmischer Folge von Algen besiedelt wurde.

Aufgespaltene Lagen zeigen deutlicher das schwammartige Gerüst. Einzelne Röhren werden bis 1 cm lang, ohne sich zu verzweigen oder untereinander in besonderer Verbindung zu stehen. Sie sind stets gekrümmt und nur ausnahmsweise ganz gerade. Zwischen längeren Röhren liegen regellos kleinere Röhrenstücke. Die größten Querschnitte sind 0,5 mm, die geringsten 0,2 mm breit. Die eigentliche Röhrenwand besteht aus einer blaß-braunen Kalkhülle von außerordentlicher Zartheit. Zwickel zwischen Röhren sind unverfüllt. Wo sich die Röhren berühren oder kreuzen, entstehen knotige Verdickungen. (Taf. II, Fig. 1).

Bevorzugte Wachstumsrichtungen konnten nicht festgestellt werden.



Die Voraussetzung zur Bildung von Absatzkalken, stilles Wasser, muß auch in dem beschränkten Areal von Hecklingen erfüllt gewesen sein. Das durch mannigfache Verbauungen unterteilte Quellgebiet hat vermutlich auch Becken und Vertiefungen aufgewiesen, in denen gelöster Kalk und Trübe zum ungestörten Absatz gelangen konnten. Daß die Beckenfüllungen gelegentlich spontan entleert wurden, beweisen die zahlreichen Trümmer des Absatzkalkes in anderen Kalkvarietäten. Eine gewisse Verfestigung muß dazu vorausgesetzt werden.

Die auffallend einheitlichen Färbungen sprechen ebenfalls für eine stille, ungestörte Sedimentation.

Bei den Absatzkalken mit lagig zwischengeschalteten *Vaucheria*-Gerüsten muß rhythmischer Bewuchs durch die Algen angenommen werden, wobei deren Außenwände hauchdünn umsintert wurden. Dadurch konnten die

Abdrücke erhalten bleiben. Der Durchmesser der einzelnen Röhren ist etwas größer als bei den Gehänetuffen, auch ist die Verteilung im Gestein eine andere, so daß auf eine Verschiedenheit der pflanzlichen Organisation gefolgert werden kann.

3. Sinterkalke

Taf. I, Bild 4; Taf. II, Fig. 2, 3, 4

So leicht ein größerer Süßwasserkalk als Sinterkalk angesprochen werden kann, so schwer ist es, bei Handstücken dieselbe Definition anzubringen. Die Betrachtung im kleineren Bereich lehrt, daß der Begriff Sinterkalk nur durch wenige textuelle Gegebenheiten typisiert ist.

Oft ist ein Sinterkalk ein Komplexkalk. Sobald im Handstücksbereich genetisch entsprechende, aber nicht einseitig vorherrschende Vorgänge zusammenfallen, wird die Bezeichnung Sinterkalk verwendet. Für den Terminus ausschlaggebend soll das Sintergepräge sein: durch lagig-struiertes, reichlich vertretenes Bindemittel syngenetisch und lückig verbackene Komponenten, an der freien Oberfläche, also nicht unter ständiger Wasserbedeckung — als primäre Festkalke — gebildet.

Ein Sinterkalk-Handstück zeigt gewöhnlich:

a) Rote, runde oder angerundete, durchschnittlich 3—4 mm große Absatzkalkkomponenten, die regellos und ohne Anzeichen einer Sonderung in reichlichem, kristallinem Kalkzement schwimmen.

b) Braune Absatzkalke von meist größerer Ausdehnung (max. 2×4 cm) neben kleineren Bruchstücken derselben Provenienz, die aber

c) von roten, max. 2 mm starken Krusten umwickelt sind. Innerhalb der Krusten finden sich perlschnurartige, graue, konzentrisch angeordnete Läden. Die Annahme algenbedingter Entstehung der Krusten ist angebracht, doch ist der exakte Nachweis organischer Strukturen nicht möglich.

d) Seltener werden Schnecken — mit unverfülltem Gehäuse — und

e) Bruchstücke pseudoolithischer Bildungen beobachtet. Auch kommen

f) Bohnerze und

g) Hornsteinsplitter des Muschelkalkes als Bestandteile vor.

h) An den ursprünglichen Außenwänden sind krustige Überzüge mit pusteliger Oberfläche weit verbreitet. Angeschliffene Partien zeigen gelblich-braune bis weiße, lagig-wellig orientierte Schichtungen mit seltenen radiären Kanälen (Taf. II, Fig. 2). An angewitterten Stücken sind oberflächlich porige Röhrenmündungen zu erkennen. An der organogenen Abkunft der Krusten — vermutlich sind es Spaltalgenkalke — kann nicht gut gezweifelt werden.

i) Die Zwischenräume der verschiedenen Kalkkomponenten sind nun von dünnen Kalzitrasen teils vollständig, teils unter Bildung drusiger Hohlräume erfüllt. Mehrfach sind die Höhlungen von nur hauchdünnen Über-

zügen bedeckt. So entsteht ein sehr charakteristischer, lückiger Aufbau des Gesteines. Auch verleiht der Wechsel roter Kalke mit weißem oder lichtgrauem Füllmittel dem Sinterkalk ein typisches buntes Gepräge.

Regellos angehäufte, z. T. kantige, meist aber gerundete Kalkvarietäten der allernächsten Umgebung werden von kristallinem Kalzit zementierend zu einem besonderen Gesteinstyp, dem Sinterkalk, verbacken. Entweder sind die Hohlräume zwischen den Komponenten ganz oder nur teilweise oder gar nicht von Kalzit erfüllt. Am Aufbau sind ferner krustenbildende Organismen, vermutlich Spaltalgen, beteiligt.

Das Fehlen jeglicher geopetaler Gefügemerkmale kennzeichnet den Sinterkalk als ein unregelmäßiges Sammelprodukt Hecklinger Süßwasserkalke. In genetischer Hinsicht ist er die späteste Hecklinger Varietät, sind doch alle anderen Kalke größtenteils unter der Bedingung härterer Konsistenz (gute Rundung, zahlreiche Hohlräume usw.) zerkleinert, transportiert, ausgelesen, aufgeschüttet und schließlich zusammengesintert worden.

Diese Argumente lassen den Schluß auf eine stark differenzierte Morphologie des Quellaustrittes zu; z. B. spricht die Sortierung der roten Kalke (a) nach der Größe, zusammen mit den Auswaschungen aller feineren Korngrößen für Bildung des Sinterkalkes in einem Becken, wobei größere Materialtransporte in lateraler Richtung verunmöglicht wurden. Wie in einem Schlämmapparat wurden einzelne, zufällig sich sammelnde Fraktionen angereichert und während der nachfolgenden Überrieselung durch chemische Anlagerung des Kalkes versintert.

Die zusätzlich verkittende Beteiligung von Organismen erfolgte oberflächlich.

Die Vorstellung stürzenden und rieselnden, aufquirlenden und vorübergehend stagnierenden Wassers spiegelt sich also selbst im kleinen Handstück wider. Damit ist die Voraussetzung für die Bezeichnung Sinterkalk, abgesehen von der ideal vorhandenen Verbackung, erfüllt.

4. Großsporenkalke

Taf. II, Fig. 4

Der Terminus (NIGGLI 1952, S. 425) ist für manche Sinterkalkvarietäten von Hecklingen angebracht. Durch den teilweise sehr reichen Gehalt an Sekundärkalzit entstehen bezeichnende Texturen, die — wie fast alle Hecklinger Kalke — unter Bestrahlung mit UV-Licht in schönen Farbdifferenzierungen aufleuchten.

Häufige Lücken und Hohlräume, die sich schon bei den Sinterkalken als charakteristisch herausgestellt hatten, werden bei den Großsporenkalken zum dominierenden Element.

Der Rahmen für die einzelne Großpore unterscheidet sich nicht von den üblichen Sinterkalken, nur ist der Hohlraum wesentlich größer, von unregelmäßiger Begrenzung und häufig von pfeilerartigen Kalkpartikeln unterteilt. Die Höhlungen können, je nach Richtung des Anschliffes, in den verschiedensten Ebenen getroffen werden.

Die Anlagerung des Kalzites vom Außenrand nach innen vollzieht sich in Abhängigkeit von der randlichen Entfernung: an den Außenwänden sind die durchsichtig-dichten Späte länger, dafür unvollkommen entwickelt; während sie in den inneren Partien, so besonders um die Pfeiler, kurzstengelig, dafür scharf voneinander getrennt, Anlaß zu schönen Bänderungen geben.

Die Kristallrasen sind in ihrem Verlauf weitgehend vom jeweiligen Rahmen und den eingestreuten, als Pfeiler bezeichneten Kalken, vorgezeichnet. Ihr unregelmäßiger Verlauf unterscheidet sie von großoolithischen Bildungen, die geregeltere Anordnung aufweisen.

Ein Großsporenkalk-Handstück zeigt im Anschliff beispielhaft die geotetale Auffüllung eines schlauchartigen, langgestreckten, 1 cm breiten Hohlraumes (Abb. 3):

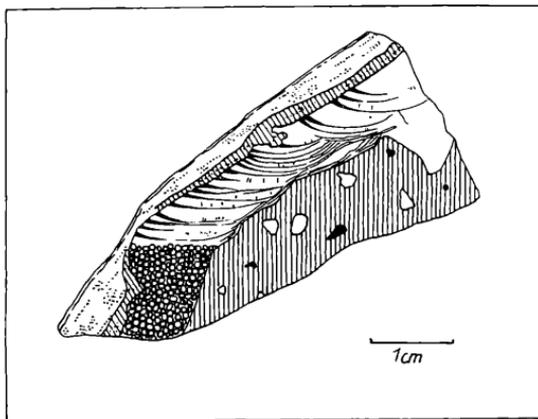


Abb. 3: Geotetale Anlagerung von Kalzit in einem Hohlraum des Sinterkalkes von Hecklingen. Anschliff. Links Algenkalk, rechts Sinterkalk. Unten im Hohlraum Sinterschrot. Nähere Erläuterung im Text.

Der Rahmen der Füllung besteht aus (rechts) einem fleischroten Sinterkalk mit zahlreichen eckigen Einschlüssen. Die linke Wandung wird von der Unterseite einer gelblichen Algenkalkkruste von rund 0,7—10 mm Stärke gestellt.

Während die Grenze gegen den Sinterkalk scharf ausgebildet ist, sind die locker gebauten organogenen Krusten randlich teilweise mit Füllmittel injiziert, teilweise schwimmen losgelöste Bruchstücke in der Füllung.

Über das prä-Füllungsmaterial, auf dem die Kruste sich bilden mußte, gibt es keine Hinweise. Sicher war es ein poröses, weiches, leicht entfernbares Gestein, vielleicht wie die Kruste selbst auf Pflanzen zurückzuführen.

Ober- und Unterende des Hohlraumes erfaßt der Anschliff nicht. Immerhin ist das geopetale Gefüge folgendermaßen definiert:

Zunächst wurde der Schlauch mit feinkörnigem Sinterkalkschrot aufgefüllt. Dessen ebenflächige Obergrenze stellt die ehemalige Horizontale dar; wie auch aus weiteren Indizien hervorgeht,

Denn nach der teilweisen Auffüllung mit Sinterschrot vollzog sich die chemische An- und Ablagerung von Kalzit in rhythmischen Lamellen.

Wie aus der ehemals horizontalen Sintergrusoberfläche resultiert, war der Schlauch geneigt. Am Boden schlug sich *ablagernd*, an der Wand *anlagernd* der Kalk nieder. Entsprechend den räumlichen Voraussetzungen ist die Mächtigkeit des abgelagerten Kalkes größer. Während hier Mächtigkeiten bis zu 3 und 6 mm gemessen werden können, sind die Ansatzkalk-Lagen nie stärker als 0,2—0,5 mm. In rhythmischer Folge wurden so in 5 cm Hohlraum 23 Lagen ausgeschieden. Die schwankenden Mächtigkeiten der dünneren wandständigen Lagen stehen im direkten Verhältnis zu den Mächtigkeiten der stärkeren Absatzlagen.

Verunreinigungen in Form roter, toniger Trübe schalten sich als dünne, gegen die Hohlraummitte zu auskeilende Lamellen zwischen die Kalzitabsätze. Deren Lage gegenüber der geneigten Wand — von der der Zustrom erfolgte — ist ein weiterer Hinweis auf Füllrichtung und Lagesituation.

Gerieten größere Fremdkörper in den Schlauch, so wurden An- und Ablagerung empfindlich gestört, die Strömung riß gewissermaßen ab und es kam zu Wirbelbildungen und weiteren Ungleichmäßigkeiten der Kalzit ausscheidung, die sich aber in der Struktur der Füllmasse deutlich ablesen lassen.

Ein schlauchartiger Hohlraum wird in rhythmischer Wechselfolge von 1. chemischer Kalzitan- und -ablagerung, und 2. mechanischer Ablagerung roter Tontrübe sowie größerer Fremdkörper aufgefüllt. Aus der Betrachtung damit verbundener geopetaler Momente resultiert eine Reihe von Folgerungen für die rahmenbildenden Sinter- und Krustenkalke.

5. Algenkalke

Taf. II, Fig. 1, 2; Abb. 3

Die Betrachtung zahlreicher Handstücke hat gezeigt, daß Organismen beim Aufbau der einzelnen Kalkvarietäten eine große Rolle spielen können. Ofters findet man Bruchstücke von Krusten auf sekundärer Lagerstätte, gelegentlich sind flächenhaft verbreitete, schalige Überzüge aufzufinden. Röhrenbildende Algen (*Vaucheria*)

sind teilweise von beachtlicher gesteinsbildender Bedeutung. Organostrukturelle Unterschiede sind schon im Handstück zu erkennen.

Die Algenkalke von Hecklingen bilden zwei Gruppen, die entweder auf die Grünalge *Vaucheria* oder auf Spaltalgen unbestimmter Stellung zurückgehen. Die *Vaucheria*-Kalke, die in den Details schon beschrieben worden sind, bilden überwiegend dünne Kalkröhrchen, die entweder lagig (in Absatzkalken) oder unregelmäßig-einzeln (in Gehängetuffen) im Gestein verteilt sind. Typisch ist der spongiosa-artige Habitus der lagigen Algenkalke. Die Pflanzen sind nicht erhalten, der Kalk umschalt die Schläuche und stellt deren Abdrücke dar. Z. T. sind die *Vaucheria*-Kalke Indikatoren für Gehängetuffe.

Die von Spaltalgen aufgebauten, schalig-struierten Krusten liefern einen dichteren, weniger porösen und meist hellfarbenen Organokalk. Die Oberfläche der Krusten zeigt häufig traubig-nierige Runzeln. Oberflächlich beobachtet man runde Poren, in senkrechten Schnitten vereinzelt Kanäle. Angewitterte Flächen zeigen die Oberflächen-Strukturen am besten. Eine Bestimmung der Algen im Dünnschliff erwies sich als nicht möglich.

Zur Genese der Sinterkalke von Hecklingen

Die Bezeichnung Sinterkalke bezieht sich im übergeordneten Sinn auf die Mehrheit der auftretenden Kalke einerseits und auf die Art und Weise der Entstehung des gesamten Kalkvorkommens andererseits.

Die Vergesellschaftung von Gehängetuff, Absatzkalk, Sinterkalk, Großporenkalk und Algenkalk deutet auf variable Absatz- und Ausscheidungsbedingungen. Sämtliche Bedingungen erfüllt die am Hang austretende Quelle. Das stark kalkhaltige, aus dem Muschelkalk stammende Wasser wird mechanisch, chemisch, chemisch-biogen und organogen des Kalkes befreit, in starker Abhängigkeit von Morphologie und Pflanzenbewuchs der sich ständig verändernden Quellumgebung. Die für die Bildung von karst-kalkähnlichen, fremdkörperreichen Sinterkalken nötigen turbulenten Strömungen sind in weitem Maße gegeben.

Eine gewisse Bedeutung des Hecklinger Kalkes liegt auch im Vorhandensein verschiedenartiger Relikte von kalkabscheidenden Algen. Das relativ jugendliche geologische Alter des Vorkommens dokumentiert sich — abgesehen von den geologischen und paläontologischen Indikatoren — in der unerfüllten Erhaltung zarter Kalkröhrchen, die als Wandungen der Schläuche von *Vaucheria* aufzufassen sind.



Zusammenfassung

Sinterkalke von Schelingen und Hecklingen und Bohnerzkalke von Landeck werden einer lithologischen Untersuchung unterzogen. Die genetische Deutung der Handstücke gestattet zahlreiche Rückschlüsse auf das Bildungsmilieu und andere geologisch-paläontologische Faktoren.

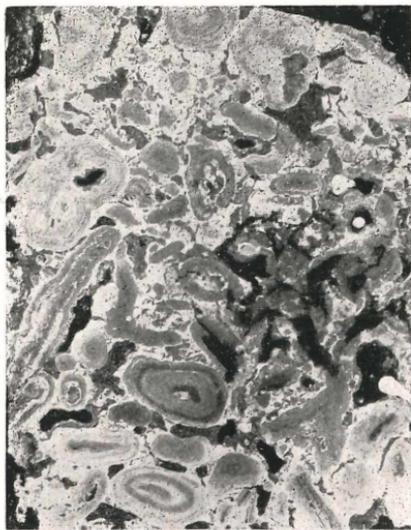
Literatur

- DEECKE, W.: Geologie von Baden. — II, 407—782, Berlin 1917.
- NIGGLI, P.: Gesteine und Minerallagerstätten. — II. Exogene Gesteine und Mineral-lagerstätten. — 557 S., Basel 1952.
- PFANNENSTIEL, M.: Die Geologie des Kaiserstuhls. — In „Der Kaiserstuhl“ — Bad. Landesver. Naturkde. u. Natursch., 18—127, Freiburg i. Br. 1933.
- RUTTE, E.: Über Jungtertiär und Altdiluvium im südlichen Oberrheingebiet. — Ber. naturforsch. Ges., Freiburg i. Br., 40, 23—122, Freiburg i. Br. 1950.
- Der fossile Karst der südbadischen Vorbergzone. — Jber. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. 33, 1—43, 1951.
- SOELLNER, J.: Über essexitisch-theralithisch-monzonitische Tiefengesteine aus dem Kaiserstuhl. — Mitt. Bad. Geol. Landesanst. 10, 1—93, Freiburg i. Br. 1929.
- STIERLIN, K.: Geologische Untersuchungen im Gebiet der Emmendinger Vorberge. — Mitt. Großherzogl. Bad. Geol. Landesanst. 6, 637—699, Freiburg i. Br. 1912.

Tafelerklärung

- Tafel I, Bild 1—4: Dünnschliffaufnahmen von Sinterkalken aus Schelingen und Hecklingen; und Sinterkalk von Schelingen.
- Bilder 1—2: Negative von Dünnschliffvergrößerungen des Sinterkalkes von Schelingen. Schliffe senkrecht zur Wachstumsrichtung. Abgebrochene Säulchen teilweise längsgeschnitten. Die Kerne (Doppelkerne) von stengeligter Form, vermutlich auf Moose zurückgehend, sind mit Sekundärkalzit erfüllt. Zwischen den Säulchen feiner Säulchen-Detritus. x10.
- Bild 3: Angewitterte Oberfläche eines Säulchen-Kalkes von Schelingen. $\frac{1}{2}$.
- Bild 4: Negativ einer Dünnschliffvergrößerung eines Sinterkalkes von Hecklingen. Oben und unten Absatzkalk, dazwischen Sinterkalk der verschiedensten Korngrößen und Abrundung (weiß), verbacken von chemisch angelagertem Kalzit (dunkelgrau). x10.
- Tafel II, Fig. 1—4: Sinterkalkvarietäten von Hecklingen.
- Fig. 1: (Oben) Anschliff eines Gehängetuffes. In der fleischroten Grundmasse zahllose Poren und Röhrenschnitte von *Vaucheria*. (Unten) Detail der Kalkröhrchen, die durch Umhüllung von *Vaucheria*-Schläuchen entstanden sind. Aus einem Absatzkalk, der von lagigen *Vaucheria*-Partien gegliedert wird (s. S. 30).
- Fig. 2: Anschliff eines roten Sinterkalkes (unten), der von einer weißen Algenkalk-Kruste bedeckt ist. Ein senkrechter Hohlraum ist mit Sintergrus und Sekundärkalzit gefüllt.
- Fig. 3: Anschliff eines Sinterkalkes. Große, eckige Absatzkalk-Komponenten werden von gerundeten Körnern umgeben, die alle durch Kalzit verbacken wurden. Zahlreiche Hohlräume (schwarz).
- Fig. 4: Anschliff eines Großsporenkalkes von Hecklingen. Große Hohlräume zwischen Sinterkalken werden durch ideal angelagerten Kalzit geschlossen. Hohlräume (schwarz).

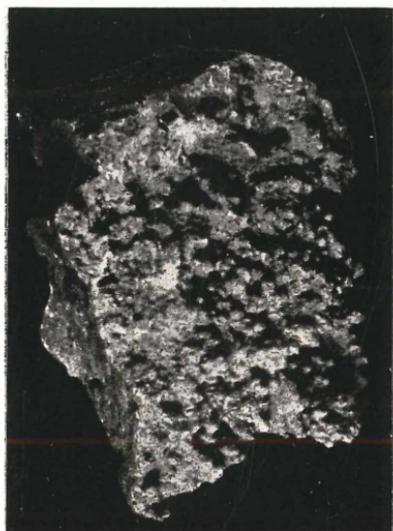
Tafel I



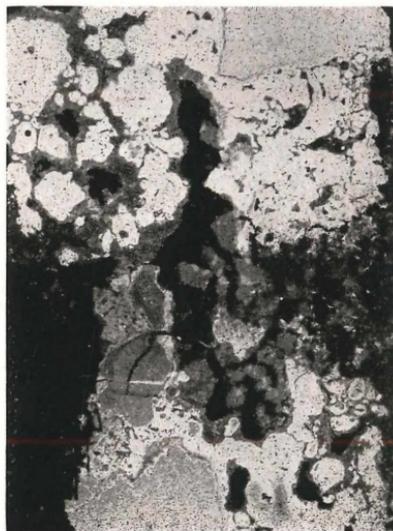
1



2

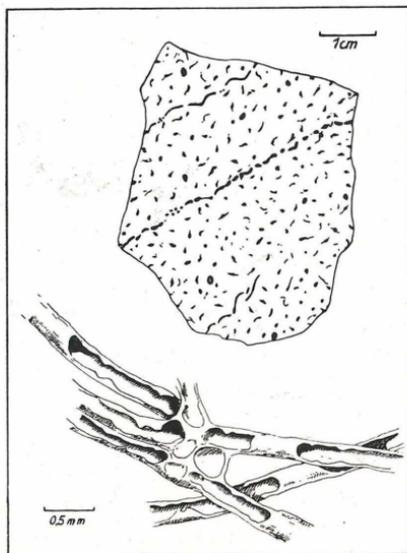


3

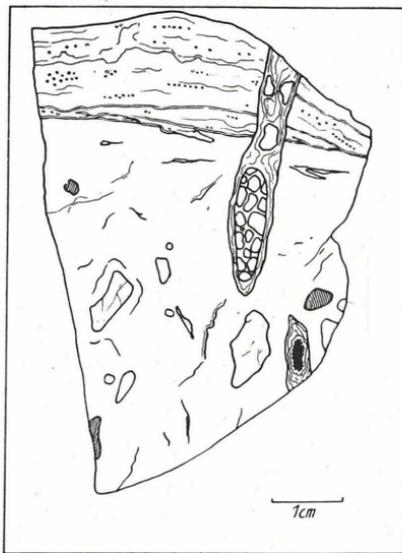


4

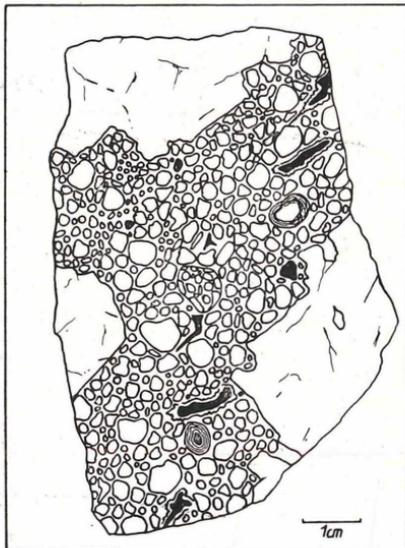
Tafel II



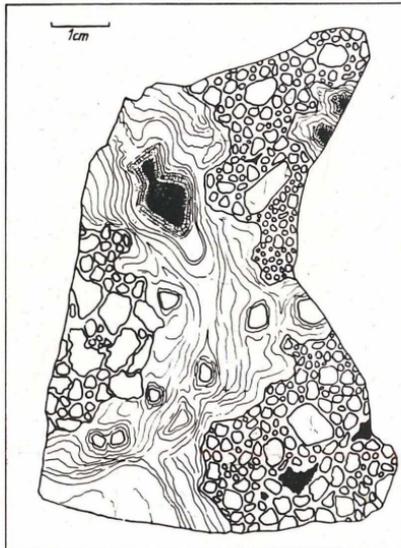
1



2



3



4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: [43](#)

Autor(en)/Author(s): Rutte Erwin

Artikel/Article: [Süßwasserkalke aus dem Kaiserstuhl und Breisgau 17-38](#)