

Allgemeines zu den Mineralvorkommen im Jura

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **29 (1977)**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

8. Coelestin wird nach *Bronner* und *Bernoulli* «in den Tälern rings um die Wasserfluh in der Gegend von Aarau und Olten» gefunden. «Es sind meist grobkristalline, blättrige, farblose und weiße bis bläuliche Massen, z. T. auch rötliche, radialfaserige Aggregate, jedoch selten gute Kristalle, die als Kluftausscheidungen in Mergelkonkretionen des Lias auftreten ... Auch in den Septarien der oberen Partien der Opalinus-Schichten ist nach *M. Mühlberg* ... Coelestin neben Kalkspat ausgeschieden worden.» Wie wir sehen werden, handelt es sich bei den Vorkommen «rings um die Wasserfluh» durchwegs um solche in diesen Septarien des Opalinustones. «Die Frage nach Herkunft und Art der Abscheidung des Strontiums in Sedimentgesteinen ist noch nicht restlos geklärt. So kann sich der Coelestin bei genügender Konzentration direkt aus dem Meerwasser abgeschieden haben; doch sind auch Lebewesen verschiedener Art (z. B. Meerestange, Radiolarien Gattung *Acantharia* u. a.) befähigt, das im Meerwasser in geringer Menge stets vorhandene Strontium anzureichern, das nach ihrem Ableben dem entstehenden Gestein in irgendwelcher Form beigemischt wird. Die Gegenwart anorganischer Schwefelsäure – meist wohl in Form von Gipslösungen – mochte dann im weiteren Verlauf der Bildungsgeschichte unter Lateralsekretion zur Auskristallisation des Coelestins an geeigneter Stelle, auf Klüften und sonstigen Hohlräumen, an den heutigen Fundstellen führen.»
9. Gips. Besprochen werden nur die Vorkommen von großen Einzelkristallen, ohne Hinweis auf aargauische Fundorte.
10. Fluorit, der im Aargau bis heute nicht gefunden wurde. Nach *Grütter* hängt das Vorkommen von Fluorit eng zusammen mit dem Auftreten von Korallen. Für die aargauischen Korallenvorkommen hat sich das nicht bestätigt*.

2 Allgemeines zu den Mineralvorkommen im Jura

2.1 Die Gesteine

Bei den Gesteinen, in denen die hier zu besprechenden Mineralien vorkommen, handelt es sich durchwegs um Sedimente (s. auch 12, 53, 55).

Geht man aus von der nach Bildungsart und Korngröße geordneten Gliederung der exogenen Gesteine und Minerallagerstätten nach *Niggli* (49, S. 496), so sind zu erwähnen:

- «a) Trümmersedimente, klastisch-sedimentäre Gesteine:
 - α Psephite
 - β Psammite
- b) Pelite, Gelite, Humite und verwandte Gesteine:
 - α Tonige und tonig-karbonatige Pelite
 - β Sapropelite, Humite und zugeordnete Kaustobiolithe
 - γ Sulfo- bis Sulfosapro-Pelite
 - δ Eisen-Mangan-Hydrogelite und oxydische Gesteine
 - ϵ Siliziumhydrogelite
- c) Karbonatgesteine:
 - α Kalkgesteine
 - β Dolomitgesteine
- d) Sulfat- und Chloridgesteine sowie verwandte Salzgesteine ...»

* Siehe auch *Stehlin*: Fluorit aus dem Basler Tafeljura, Tät. Bericht Naturf. Ges. BL, Bd. 28, 1972.

Psammite (Korngrößen 2 mm und $>$, Feinkies bis Blöcke) spielen – sofern man von den oolithischen Bildungen hier absieht – keine Rolle. Von den Psephiten (Korngröße 0,02 bis 2 mm, Grobsand bis Feinkies) sind kalksandige Gesteine spärlich vorhanden. Dagegen haben aus der Reihe der Pelite verschiedenartige Tone, Mergel und Kalkmergel großen Anteil an den Juragesteinen und sind auch hinsichtlich der Mineralvorkommen von entsprechender Bedeutung. Eine Reihe von Gesteinen wurde in sauerstoffarmem bis -freiem Milieu abgelagert (Sapro- und Sulfopelite). In diesem Zusammenhang zu erwähnen sind die Gesteine des unteren Lias (Insektenmergel), des untersten Doggers (Opalinustone) und wohl auch z. T. die Effingermergel im unteren Malm. Zu den Eisenhydrogeliten gehören die Eisenoolithe, die in verschiedenen stratigraphischen Niveaus vorkommen. Silixbildungen, wie sie besonders im Trigonodusdolomit (obere Trias) oder in Kalken des mittleren Malm und im Bohnerzton zu finden sind, gehören zu den Siliziumhydrogeliten.

Von sehr erheblicher Bedeutung sind die verschiedenen Karbonatgesteine.

« α Kalkgesteine».

Solche Gesteine beanspruchen neben jenen pelitischen Ursprunges, die Übergänge zwischen Peliten und den Karbonatgesteinen sind fließend, den Hauptteil der jurassischen Sedimente. Unterteilungen können nach der Struktur vorgenommen werden, wiederum nach *Niggli* (50, S. 412):

«...»

2. Sekundäre Festkalke (verfestigte Loskalke)

diagenetisch verfestigte Kalkpelite ... Hauptmasse der dichten Kalksteine

diagenetisch verfestigte Kalkpsammite ... oft spätige Kalksteine ...»

Die Kalkgesteine sind auch nach der Textur auseinander zu halten: Kalkoolithe (Rogensteine bis Rogensteinmergel) werden als Konkretionärpsammite bezeichnet. Wie weit es sich bei der Oolithbildung um ursprünglich gelartige Kalkausscheidungen handelt, muß hier unerörtert bleiben. Trifft es zu, so würden sich damit Beziehungen zu «b) Pelite, Gelite ...» ergeben. Oolithische Gesteine sind im aargauischen Jura sehr häufig. Sie haben im Hauptrogenstein (mittlerer Dogger) ihr hauptsächlichstes, landschaftsbestimmendes Vorkommen. Man findet Ooide aber auch in manchen anderen stratigraphischen Horizonten.

« β Dolomitgesteine».

Innerhalb des Bereiches, aus dem hier Mineralien beschrieben werden, sind Dolomitgesteine von relativ geringer Verbreitung. Entsprechende Gesteine aus der Zone des oberen Trigonodusdolomites und des Grenzdolomites (zum Keuper) treten auf in der Zone Rumisholden – Einolte – Summerholden (Oberhof) – Bernhalden (Küttigen). Es handelt sich um sandige, hellgelbe bis graue, stark poröse, z. T. kavernöse Dolomite. In gewissen Horizonten sind Silixbildungen häufig. In der Nähe der Oberfläche ist Rauwackenbildung (Zellendolomit) festzustellen (Einolte). In der Grube Gruhalden (Frick) liegen im Keuper, in der Gruppe der oberen bunten Mergel, verschiedene Dolomitbänke unterschiedlicher Mächtigkeit. Es ist ein graugelbes bis grünlich gefärbtes, sandiges, recht

gleichförmiges Gestein. Man darf annehmen, daß es sich in beiden Fällen, beim Trigonodus- wie dem Keuperdolomit, um syngenetische Bildungen handelt (50, S. 440f.; 44, S. 150f.; 30, S. 37).

Gipsgestein tritt an mehreren Orten an die Oberfläche. Gut aufgeschlossen ist es indessen nur im Steinbruch Riepel (Küttigen). Wechsellagernd mit verschiedenen farbigen Tonen, Mergeln und wenig Sandstein sind viele Gipsschichten sehr wechselnder Mächtigkeit vorhanden. Es handelt sich überwiegend um feinkörnigen, weißen bis ziegelroten Alabaster. Die farblichen Unterschiede entsprechen den Schichten und Schichtchen. Auch hell- bis dunkelgrauer dichter Gipsstein ist vorhanden. Fasergips tritt in Klüften auf.

Es scheint, daß die Ablagerung dieser stratigraphisch zum Keuper gehörenden Schichten vorwiegend als Gips erfolgte und nicht als Anhydrit. Die reiche Faltung und Fältelung der Schichten ist tektonischen Ursprunges; die Umwandlung des Anhydrites in Gips (Volumenvermehrung durch Wasseraufnahme) dürfte hier nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben, dies die Meinung von *Niggli* (50, S. 458f.). Eine andere Auffassung – Ablagerung als Anhydrit, dessen Umwandlung in Gips – vertreten *F. Mühlberg* (48) und *Albert Heim* (28).

Die meisten Sedimentgesteine sind mehr oder weniger deutlich geschichtet. Oft ist die Schichtung sehr fein, wie das z. B. an den Kalkbänkchen und -konkretionen aus den Opalinus-Schichten beobachtet werden kann. Andere Gesteine, etwa der Opalinuston oder Teile der Effingermergel, sind zufolge des Druckes auflagernder Schichten oder wohl z. T. auch tektonischer Beanspruchung in geringem Maße geschiefert. Der Hauptrogenstein ist durchwegs gut gebankt, häufig zeigt er deutliche Deltaschichtung. Dolomite sind meist recht massig, z. T. aber auch ausgesprochen zellig-porös.

2.2 Die Entstehung der Gesteine

Aus der Art, d. h. der Zusammensetzung, Struktur und Textur der Sedimentgesteine lassen sich meist recht deutlich die Bildungsumstände herauslesen: die mesozoischen Gesteine des Juragebirges sind marinen Ursprunges. Oolithische und koralligene Gesteine können nur in einem ausgesprochenen, wenige Meter tiefen Flachmeer entstanden sein. Bildungsorte sind landnahe bis hemipelagische Bereiche. Die Tone, Mergel und dichten Kalksteine mögen in tieferem Wasser gebildet worden sein, in einem Meer, das immerhin mehrere hundert Meter tief gewesen sein dürfte. Das Material der Tone und Mergel stammt, so wird angenommen, aus einem weitabliegenden Festland (53); man spricht vom Vindelizischen Land, das im Nordosten, im heutigen Bayern, gelegen haben soll (65).

Gerade bei den Gesteinsfolgen des Juragebirges läßt sich ± deutlich ein regelmäßiger Wechsel von klastischen über tonigmergeligen Gesteinen zu Kalksteinen feststellen. Nach *Niggli* (50, S. 521) handelt es sich um Gesteine des

mehr oder weniger zyklisch gegliederten Epikontinentaltypus (mit periodischer Transgression bzw. Regression des Meeres).

Zur Zeit der Ablagerung der mesozoischen Sedimente herrschten in der Gegend, in der wir heute leben, tropische Klimaverhältnisse, die Vorkommen von Gips (Trias) und von Korallenriffen (mittlerer Dogger, mittlerer Malm), aber auch von Oolith (hauptsächlich mittlerer Dogger), weisen deutlich darauf hin. Es bestanden aber bei der Bildung der marinen Ablagerungen keine Bedingungen, wie sie nicht auch heute auf der Erde vorhanden sind.

Das Alter der mesozoischen Gesteine liegt in der Größenordnung von etwa 200 Millionen (obere Trias) bis etwa 150 Millionen Jahren (mittlerer Malm); dies entspricht einer Zeitspanne von etwa 50 Millionen Jahren *. Die jurassischen Mineralparagenesen sind – mindestens soweit es sich um syngenetische bis spät-diagenetische Bildungen handelt – zu wesentlichen Teilen vergleichsweise viel älter als die alpinen Mineralbildungen in Zerrklüften.

Die tertiären Sedimente haben nur geringen Anteil am Aufbau des aargauischen Teiles des Jura gebirges. Zu erwähnen wären die Siderolith-Bildungen (Eozän), die Helicidenmergel und Juranagelfluh (beide im oberen Miozän), wobei mineralogisch – im Sinne dieser Besprechung – allein die eozänen Bolustone (mit Jaspis-knollen) von Bedeutung sind.

2.3 Die Mineralbildung

Gleichzeitig mit der Ablagerung und Diagenese der Gesteine hat auch die Mineralbildung eingesetzt. Man unterscheidet:

- syngenetische Entstehung = gleichzeitig mit der Sedimentierung
- diagenetische Entstehung = im Verlaufe der Verfestigung der Sedimente
 - frühdiagenetische Entstehung
 - spätdiagenetische Entstehung
- epigenetische Entstehung = nach der Gesteinsbildung.

Es sind für alle drei Bildungsphasen der Minerale sehr lange Zeiträume anzunehmen. Das gilt vorab für die epigenetische Phase. Seit der ersten Mineralbildung ist es aus verschiedenen Gründen zu oft mehrfachen Um- und Neukristallisationen gekommen; dabei ist es schwierig, den Zeitpunkt der Entstehung einer Mineral-Generation zu bestimmen. In gewissen Fällen (Verwitterung, Wirkung deszendenter Wässer) geht die Um- und Neubildung von Mineralien auch in der Gegenwart noch vor sich.

Es bestehen Zusammenhänge zwischen Entstehung, weiterer Geschichte der Gesteinsschichten und der Mineralbildung. Die besonderen Verhältnisse in der Petrographie und Geologie des Jura gebirges bedingen auch spezielle Mineralparagenesen. Über Umstände, die bei der Mineralbildung maßgeblich gewesen

* Nach Holmes-Symposion 1964, in *J. Jäger: Geochronologie ...* NZZ Nr. 106 vom 18.2.1969.

sein können, orientiert *Frei* (17), der das Kristallwachstum am Beispiel der Mineralvorkommen, insbesondere des Coelestins, des Bergwerkes Herznach studiert hat. Er gibt über das Kristallwachstum eine einläßliche Darstellung, die zweifellos für das Juragebirge allgemeine Geltung hat. Wir entnehmen daraus (17, S.97f.): «... Es werden somit in der äußeren Wachstumssphäre [eines Kristalles] sehr komplexe und empfindliche Funktionen von Außenbedingungen wirksam (nach *Brandenberger* ...), die imstande sind, die internen Wachstumsgesetze eines Kristalls im Rahmen seiner kristallchemischen Bauordnung bis zu einem gewissen Grade zu beeinflussen. Mehr sekundäre Faktoren der äußeren Bildungsumstände in variabler Abstufung und Gruppierung (z. B. Einfluß von Randbedingungen, Störungen) kommen hinzu. Es erscheint selbstverständlich, daß gerade für das natürliche Kristallwachstum die variablen Faktoren der Außenbedingungen oft schwer faßbar sind.»

Über diese variablen Außenbedingungen des Kristallwachstums wird gesagt: «In der Hauptsache äußert sich der Einfluß der äußeren Faktoren des Kristallwachstums in verschiedenartigen Veränderungen der Formkombinationen und des Habitus der Kristalle einer Mineralart ... Dabei ist oft gar keine sehr tiefgreifende Wirkung des Einflusses äußerer Wachstumsfaktoren notwendig, denn eine Habitus- und Kombinationsveränderung kann schon zustande kommen, wenn die Reihenfolge der minimalen Wachstumsrichtungen sich relativ wenig ändert.» Als maßgebliche Faktoren werden erwähnt:

«Bewegungszustand der Lösung.

Wenn in einer absolut ruhenden, gesättigten Lösung ein Kristall zu wachsen beginnt, so entsteht in der Lösung eine Reaktionszone, innerhalb welcher der Wachstumskörper durch die Entnahme von Baupartikeln ein Konzentrationsgefälle erzeugt ...» Indessen: «Nach *Spangenberg* ... schirmt die Haftschrift der Flüssigkeit an der Kristalloberfläche, in der der Stofftransport oft fast völlig unabhängig von jeder äußeren Flüssigkeitsbewegung durch die Diffusion erfolgt, eigentliche differenzierte Störungen ab.» Die Rolle des «Bewegungszustandes eines Kristallisationsmediums auf Habitus- und Kombinationsgestaltung eines wachsenden Kristalls» ist unklar. Man darf aber doch annehmen, daß er nicht nur bei Verzerrungen, sondern auch bei der Orientierung der Kristallaufwachsung einen Einfluß ausübt. Wenige große Kristalle bilden sich in stagnierender Lösung, bei stärkerer Bewegung entstehen dagegen viele kleine. In diesen Zusammenhang gehört auch die «Gestaltung des Kristallisationsraumes», soweit er für den Bewegungszustand der Lösung von Belang ist. «‘Die Versorgung’ des wachsenden Kristalls aus dem ‘Nährraum’ wird in Bezug auf seine Aufwachsung eine ‘gerichtete’ oder eine gleichmäßig allseitige sein, je nachdem der Wachstumskörper z. B. ein Glied des Kristallrasens einer Druse oder ein frei wachsendes Einzelindividuum ... ist».

«Die Konzentration bzw. Übersättigung».

Man nimmt an, daß eine «stark übersättigte Lösung meist inhomogene, einschlußreiche Kristalle von sehr regelmäßiger Form entstehen lasse, während bei

nur gesättigten Lösungen sich sehr homogene, von Mutterlauge nicht erfüllte, klar durchsichtige, oft aber unsymmetrisch gewachsene Kristalle bilden» würden. Die Meinungen gehen aber auseinander: «*Vater* ... kommt bei seinen ... Studien über die Kristallbildung des CaCO_3 zur Überzeugung, daß der Konzentrationsgrad der Mutterlauge keine bestimmende Wirkung auf den 'Kristallflächenkomplex des Calciumkarbonates' ausübe ... Möglicherweise ist die Wirksamkeit [der Konzentration hinsichtlich des Kristallwachstums] recht empfindsam gegenüber anderen Faktoren und Nebenumständen ...»

«Die Zeit als Wachstumsfaktor.

Das Wachstumstempo kann meist mit verschiedenen Faktoren gekoppelt sein und wird dann auf den Habitus einwirken.»

«Die Temperatur.

Die ... innige Wechselbeziehung von Konzentration und Temperatur eines Kristallisationsmediums veranlaßt *Spangenberg* ... zu bemerken, daß manche Erscheinungen, die auf Temperaturunterschiede zurückgeführt werden, im Grunde im verschiedenen Konzentrationszustand der Lösungen ihre Ursache haben ... Selbst wenn das Temperaturgefälle in niederen Bereichen einen steigenden Einfluß ausüben kann, so darf mit dem Abgleiten der Temperatur die gleichzeitig erfolgende Änderung der Lösungsgenossen im Bildungsraum nicht übersehen werden.»

«Die Lösungsgenossen.

... je mehr sich die Erkenntnisse vertiefen, desto verwirrender wird die Fülle von Tatsachen, die noch keine allgemeine Regeln ... [über] die Einflüsse der Lösungsgenossen zeigen. Man kann zur Erklärung solchen ... variablen ... Verhaltens der Lösungsgenossen gegenüber einem Kristallwachstumskörper naheliegenderweise komplexe ... Wechselwirkungen zweier oder mehrerer Außenbedingungen annehmen, aber darüber hinaus kommt es offensichtlich auch auf die Art der Lösungsgenossen an ...» Das Vorhandensein von Lösungsgenossen führt zur Bildung von Komplexionen. Auch das reine Kristallisationsmedium kann die Rolle eines Lösungsgenossen spielen. «Die ... Untersuchungen von *Vater* ... über die Beeinflussung der Wachstumsformen der Calcitkristalle» zeigen, daß das Einheitsrhomboeder dem Habitus des Calcites entspricht, der aus kohlenaurer Lösung bei niedriger Temperatur auskristallisiert. Die einzelnen Lösungsgenossen üben je nach der Menge, in der sie in der Lösung enthalten sind, verschiedene Einflüsse auf die Kristallgestaltung aus. Gemeinsam anwesende Lösungsgenossen können sich gegenseitig in der Wirkung kompensieren, die Einzelwirkungen können sich aber auch addieren. «Wechselnde Paragenese führt zu wechselnder Tracht.»

Der Einfluß des Druckes «als Faktor der Kristallwachstumsbeeinflussung ... auf das Gleichgewicht fest-flüssig ...» gilt als gering.

Schließlich sagt *Frei* (17, S. 112), im Zusammenhang mit der Besprechung der Morphogenese des Coelestins: «Man wird daher gerade beim Coelestin in der Beurteilung der Kristallwachstumsbedingungen besondere Vorsicht walten lassen müssen.» Dies gilt aber wohl allgemein.

2.4 Die Bildungsumstände der Mineralien im Jura

Verschiedene Umstände, wie sie für die Bildung der meisten alpinen Mineralien angenommen werden müssen, etwa hohe Drucke und Temperaturen, bzw. entsprechend große, allmählich ablaufende Druckentlastungen und Temperaturerniedrigungen, aber auch magmatische Wirkungen oder Einflüsse der Metamorphose, sind im jurassischen Bereich nicht wirksam gewesen. Die Druckentlastungen und Temperatursenkungen hielten sich in recht engen Grenzen. Die größte Überdeckungsmächtigkeit für Schichten der oberen Trias, des Lias, dürfte die Größenordnung von etwa 1000 m wohl nie überschritten haben, fehlen doch die Ablagerungen des oberen Malms, der Kreide und von Teilen des unteren Tertiärs. Bei Annahme einer geothermischen Tiefenstufe von 1°C je 30 m, also eher zu niedrig als zu hoch, ergäbe sich eine höchste je erreichte Temperatur im Gestein von etwa 30 bis 40° . Die Temperaturerniedrigung im Verlaufe der langen Abtragungszeit, insbesondere seit der Hauptfaltung des Juragebirges im späten Tertiär (Pliozän), beträgt mithin etwa 25° , das mag für die epigenetische Mineralbildung eine gewisse Rolle gespielt haben, zumal eine Druckentlastung parallel lief.

Zu keiner Zeit, weder bei der Gesteinsbildung, noch später bei verschiedenen tektonischen Bewegungen, die allerdings – verglichen mit der alpinen Gebirgsbildung – nie ein sehr bedeutendes Ausmaß erreichten, haben irgendwelche magmatische Erscheinungen – dies im weiteren Sinne des Begriffes – bei der Mineralbildung eine Rolle gespielt. Weder hydrothermale noch telemagmatische Wirkungen aus dem Rheintalgraben, wie sie von einzelnen Autoren für die singulären Fluorit-Bildungen im Hauptrogenstein des Baselbieter Tafeljuras * postuliert wurden, noch Einflüsse eines steckengebliebenen Batholiten (Erwärmung!) bzw. Nachwirkungen des tertiären Hegau-Vulkanismus, die z. T. zur Erklärung der Thermen von Baden und Zurzach vorgebracht werden, können bei der Mineralbildung im aargauischen Jura nachgewiesen werden; ja, gerade die Art und Weise der Mineralbildung berechtigt zu diesem Schlusse. Die zu den Mineralbildungen notwendigen Ionen waren im näheren Bereiche der heutigen Mineralvorkommen vorhanden.

Es sind noch weitere Umstände zu erwägen, die bei der Mineralbildung in den Gesteinen des Juragebirges mitgewirkt haben können. Zunächst ist festzuhalten, daß es sich meist um Minerale handelt, die verhältnismäßig leicht in Lösung gehen und sich auch leicht wieder ausscheiden.

Die syngenetisch, mit der Ablagerung der Sedimente entstandenen Mineralien: Sulfide, Hydroxyde, Karbonate, Sulfate und spärlich auch Silikate, liegen demgemäß konkordant im Gestein. Sie sind unter niedrigen Temperaturen – jene, die in untiefen Meeren (etwa 20°), oder in wenigen hundert Meter tiefen (etwa 0°) herrschten – und auch bei verhältnismäßig geringen Drucken zunächst meist als Gele ausgeschieden worden, so z. B. Pyrit, Limonit, Calcit, Coelestin, Quarz.

* Siehe auch *Stehlin*: Fluorit aus dem Basler Tafeljura, Tät. Bericht Naturf. Ges. BL, Bd. 28, 1972.

Übersättigung, bereits geringe Änderungen des Milieus in den eben abgesetzten, noch im Einflußbereich des Meerwassers liegenden Sedimenten wie Veränderungen der O_2 – bzw. CO_2 – oder H_2S -Gehalte, der Konzentrationsgefälle, der Temperatur, des pH, des elektrischen Feldes, mögen dazu Anlaß gegeben haben. Wie weit Adsorptionswirkungen, besonders an den Tonen, eingetreten sind – es muß auffallen, wie stark gewisse Mineralvorkommen: Coelestin und andere, an die Ton- und Mergelgesteine gebunden sind – wäre näher abzuklären.

Die mit der Diagenese einher gehende starke Entwässerung, das Wegfallen des Einflusses des Meerwassers und die Zunahme des Druckes hat zur Kristallisation der Gele geführt.

In der Spätphase der Diagenese und vor allem während der lange dauernden Epigenese haben mittels des durch das Gestein diffundierenden oder auf Klüften sich bewegenden Wassers meist sehr langsam vor sich gehende Mineralumlagerungen und -neubildungen stattgefunden. Alle dia- und epigenetisch entstandenen Mineralien sind in Hohlräumen zu finden, wobei zwei Typen zu unterscheiden sind:

- Hohlräume in Fossilien, am häufigsten Ammonitengehäuse, Muscheln.
- Klüfte, Risse, Suturen, die entweder bei der Gesteinsbildung oder – zu verschiedenen Zeiten – bei tektonischen Bewegungen entstanden.

Durch diese Hohlräume ist von der Oberfläche stammendes Wasser gesickert oder geflossen, und es sind in unterschiedlicher Folge Mineralien ausgeschieden worden. Die Hohlräume waren dabei weder stets noch vollständig mit Wasser gefüllt; die Mineralbildung verlief mit deutlichen Unterbrüchen und in Schüben. Die Beobachtung von Strömungsfiguren, z. B. strahliger Coelestin in Schwundrissen von Septarien, Calcitrasen auf Kluftwänden, die oft ausgeprägte Trennung der einzelnen Mineralarten, die Phantombildung (am Calcit), lassen darauf schließen. In manchen Fällen haben Mineralherauslösungen und -ersetzungen stattgefunden, z. B. Pyritifizierung von Fossilien: Herauslösen der Aragonit/Calcit-Schalen und Ersetzung durch Pyrit, oder Substituierung von kohligter Substanz durch Pyrit, Coelestin, Baryt.

Klüfte, Risse, Rutschharnische, in denen Minerallösungen fließen und auf deren Oberflächen Mineralien wachsen konnten, sind zu verschiedenen Zeiten gebildet worden, zumeist wohl während der Hauptphase der Jura-Gebirgsbildung. Es mögen jeweils neue Bewegungsflächen entstanden und ältere – oft bereits mit Mineralien gefüllte – wieder aktiviert worden sein. Die Beobachtung von verhältnismäßig erheblicher tektonischer Beanspruchung eines Gesteinspaketes und reichlicher Mineralbildung entspricht zweifellos einem direkten Zusammenhang.

Das in die Tiefe sickernde Wasser hat, gefördert durch einen Gehalt an O_2 und CO_2 , aus dem durchflossenen Gestein, entsprechend dessen Mineralgehalt, Stoffe herausgelöst (Lateralsekretion) und diese, nach einem meist nicht allzu weiten Weg, bei Veränderung des Milieus: etwa der Konzentration der Mineral-

lösung, der Lösungsgenossen, wieder ausgeschieden. Oft können verschiedene Zyklen von Mineralauflösung und erneuter Ausscheidung, gelegentlich unter Wechsel der Mineralart (besonders bei Verwitterung) oder des Habitus (etwa Übergang von tafeligem zu prismatischem Coelestin) auseinander gehalten werden. Alle diese Prozesse scheinen sich auch heute noch abzuspielen. Augenfällig sind dabei vorab die Verwitterungserscheinungen (Umwandlung von Sulfiden zu Hydroxyden, Korrosion von Karbonaten und Sulfaten). Aber auch Neubildungen sind zu beobachten (Goethit, Coelestin u. a.); es handelt sich um Hydratations-, Oxydations- und Reduktionsvorgänge. Die Bildungsprozesse waren und sind – um es mit den Worten von *Frei* (17, S. 114) zu sagen – «rein hydrischer Art, aus deszendierenden wässrigen Lösungen».

3 Die Mineralparagenesen und -sukzessionen

3.1 Allgemeines, Bildung von Hauptgruppen

Nach der chemischen Grundform, den entsprechenden Klassen geordnet (56), sind in unserem Beobachtungsgebiet die nachstehenden Mineralarten gefunden worden: Chemische Formeln i. d. R. nach *Strunz* (63)

Sulfide

– Zinkblende	αZnS
– Pyrit	FeS_2 (kubisch)
– Markasit (?)	– (rhombisch)

Oxyde/Hydroxyde

– Haematit	Fe_2O_3
– Quarz	SiO_2
– Bergkristall	–
– Chalzedon	–
– Jaspis	–
– Goethit	αFeOOH *
– Nadeleisenerz	– $\text{Fe}_2\text{O}_2(\text{OH})_2$ **
– brauner Glaskopf	– $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$
– Limonit	–

Karbonate

– Calcit	CaCO_3
– Magnesit (Bitterspat)	MgCO_3
– Eisendolomit (Ankerit)	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})[\text{CO}_3]_2$ ***
– Malachit	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2 \text{CO}_3]$
– Strontianit	SrCO_3

* s. Fußnote S. 47.

** nach *Bach*, s. Fußnote S. 58.

*** nach *Weibel* (67), s. Fußnote S. 35.