

Jahreszeitliche Spuren in der geologischen Stratigraphie.

Von

W. Deecke.

Eine historische Wissenschaft, wie sie die Erdgeschichte oder die Formationskunde darstellt, hat sich von ihrem Beginn an mit chronologischen Fragen beschäftigt. Längst haben wir eingesehen, daß wir kaum Aussicht haben in der fernen Vergangenheit wirkliche Zeitmaße zu bestimmen. Trotzdem reizt die Aufgabe immer wieder, und jeder Geologe kommt irgendwie auf das ganze Problem oder einen Teil desselben zurück. So hatte ich mich vor einigen Jahren für den Nachweis von dem Grundzeitmaß, für Jahreszeiten, interessiert und einige Ergebnisse dieser Studien für einen Vortrag in der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. zusammengestellt. Die Hauptsachen mögen in diesem kurzen Artikel mitgeteilt werden.

Der Methoden zum Nachweis von Jahreszeiten in der geologischen Vergangenheit gibt es zwei, eine stratigraphische und eine paläontologische. Die erste beruht darauf, daß in einem bestimmten Gebiete unter dem Wechsel der exogenen Kräfte, wie sie Sommer und Winter, starke und schwache Niederschläge hervorbringen, die Abfuhr des Verwitterungsschuttes und damit die Anhäufung von Sediment sowohl nach Menge, als auch nach dem Korne einem gewissen regelmäßigen Turnus unterworfen sind. Wir werden also das erhalten, was wir Repetitionsschichtung nennen.

Die paläontologische Methode berücksichtigt das in den verschiedenen Schichten enthaltene fossile Material und untersucht, ob in diesem sich Tier- oder Pflanzenformen finden, welche nach ihrem Habitus oder Lebensgewohnheiten und Merkmalen auf eine ganz bestimmte Jahreszeit hinweisen.

Im vollendeten Zustande würden wir Beides kombiniert sehen, ein Fall, der dann zweifelsfrei den Jahreszeitenwechsel ergäbe, jedoch leider recht selten ist. Da das Gesamtproblem, wie eben gesagt, schon viele Forscher beschäftigte, werden wir eine nicht unbedeutende Reihe von Beobachtungen anführen, aus denen solcher Saisonrhythmus und damit die Bildungsdauer mancher Ablagerungen erschlossen wurde.

In der Stratigraphie werden sich die auf Abtragungsunterschieden beruhenden Periodizitäten nur dann klar bemerkbar machen, wenn 1. die Kräfte an sich in einem bestimmten Gebiete erheblich wechseln, 2. das Ablagerungsgebiet so nahe liegt, daß durch den immerhin erforderlichen Transport keine allzugroße Vermischung des verschiedenartigen Materials stattfindet oder durch lange Verfrachtung das Korn zu klein und die Differenzen in den Kräften zu sehr ausgeglichen sind. Deshalb werden alle Ablagerungen des offenen Meeres oder ausgedehnter Binnenbecken hier wegfallen, und wenn wir in solchen ebenfalls eine Wiederholung bestimmter Gesteine z. B. Kalk und Mergel antreffen, haben wir eher nach anderen Ursachen dafür zu suchen. Ebenso wenig werden weite Landmassen mit zentralen Höhen und deshalb langen Flüssen für solche Fragen geeignete Sedimente liefern. Dagegen erscheinen von vorne herein geeignet Strecken mit bedeutenden Höhen und einer diesen genäherten Erosionsbasis, so daß z. B. bei winterlichen Regengüssen herabgebrachter grober Schutt sich sofort absetzt und deshalb von feineren, in den trockeneren Monaten verschleppten Sande bedeckt werden kann. Dazu gehört jedoch außerdem eine solche Tiefe, daß Brandung oder andere Strömungen das zur Ruhe gelangte Gestein nicht wieder durcheinander wühlen. Aus diesem Grunde scheiden abermals sehr viele Litoralbildungen aus, welche an sich zu solchem Rhythmus wohl geeignet wären und ihn auch vorübergehend aufweisen, später indessen durch solche Umschüttung verlieren. Somit ist ruhiges Wasser eine neue Vorbedingung. Größere Höhenunterschiede und doch stilles Wasser in den Senken genügen immer noch nicht; es muß auch eine gewisse Tiefe vorhanden sein, damit solche Becken nicht binnen wenigen Jahren oder Jahrzehnten ausgefüllt sind. In der ganzen Schichtserie würden uns so kleine Schichtpakete entgehen oder würden uns nur so kurze Zeitspannen liefern, daß wir mit ihnen chronologisch wenig anfangen können. Man sieht aus diesen Darlegungen, daß eine Menge von Vorbedingungen erfüllt sein müssen, ehe wir ein brauch-

bares stratigraphisches Material erhalten, und das dürfte die Ursache dafür sein, daß wir in der Tat wenig feste Anhaltspunkte haben. Meistens lagen besondere Verhältnisse vor, welche man am besten an den Einzelbeispielen erörtert.

In abflußlosen Gebieten werden sich im Winter oder zur Regenzeit in den Endsenken Seen entwickeln, welche im Sommer wieder austrocknen. In der Regel handelt es sich dabei um Salzseen. In diesen findet nun Jahr für Jahr ein Wechsel von Salzausscheidung mit Ablagerung von Tonschlamm statt oder, je nach der vorhandenen Wassermenge, scheiden sich verschiedenartige Salze aus der Lösung aus. Wir konstatieren dies an dem Gips und Schlickabsätzen südeuropäischer Meeressalinen und der bessarabischen Limane, wo jede Neufüllung ein dünnes, aber deutlich abgetrenntes Blatt hinterläßt, so daß der Querschnitt einer schließlich herausgenommenen Platte einem Stück Holz mit Jahresringen gleicht. Auf diese Weise vermag in solchen Salzpflanzen, in Wüsten-depressionen, in tektonischen Senkungslöchern eines Einbruchs-kessels oder eines Grabens (Totes Meer) eine Repetitionsschichtung zu entstehen. Dieselbe wird aus Salz und Sediment, meistens Ton, aus verschiedenen Salzen, aus Salzstaub und herbeigeblasenem Sand, aus hochoxydierten und wenig oxydierten eisenschüssigen Lagen bestehen. Wir werden salinaren, meist dolomitischen Kalk in dünnen Platten mit Mergel oder Ton wechsellagernd sehen und auf der oberen Schichtfläche Pseudomorphosen nach Steinsalz, Gips, Anhydrit oder Thenardit konstatieren. In solchen Fällen muß man freilich immer im Auge behalten, daß durch diese Lagerung und Beschaffenheit mit Sicherheit nur eine Unterbrechung der Sedimentation bewiesen wird, nicht einwandfrei die jahreszeitliche Ursache dieser Erscheinung. Wiederholt sich indessen in einem mächtigeren Schichtpaket die Verteilung der Gesteine recht oft und dazu recht regelmäßig, so liegt eine gewisse Wahrscheinlichkeit vor, daß ein größerer natürlicher Rhythmus die Veranlassung war, und das erst führt uns wieder nur mit Wahrscheinlichkeit auf die jahreszeitlichen Schwankungen. Aus solchen Gründen wird man damit einverstanden sein können, wenn in der Anhydrit-Region des oberdyadischen Staßfurter Steinsalzlagers die etwa alle Meter auftretenden Schnüre des Anhydrits in dem sonst einheitlichen Steinsalz als Jahreszeiten-Marken aufgefaßt wurden. Die mit den Niederschlägen einer Regenzeit immer wieder in den Hauptsenken konzentrierten Salze ließen in der Verdunstungszeit jeweils vor dem

Absetzen des Chlornatriums aus dessen konzentrierter Lösung das inzwischen wieder angesammelte Calciumsulfat als dünnes Band zu Boden fallen. Es soll sich dies mehr als 200 mal wiederholen und läßt demgemäß auf etwa 2—3 Jahrhunderte Bildungsdauer schließen. Auch in Sylvinitlagern wäre eine bandförmige Anreicherung des Chlorkaliums damit zu erklären, weil Carnallit bei Wasserzufuhr zerfällt und Sylvinit ausscheidet. Freilich erlitten später diese obersten Salzsichten infolge tektonischer Einwirkungen manche Umlagerung und Umkristallisierung. Tonsalze, die oft in bedeutender Dicke auftreten (Lettenkohle Lothringens, Mündener Mergel Hannovers, Unteroligocän des Oberelsaß und Oberbadens) ließen sich vielleicht hier auch verwenden, sobald man einmal wirklich unberührte und unausgelaugte Profile in Bohrkernen vor sich hat¹⁾. Auch in dem Unteroligocän des Salzlagers von Buggingen ist dieser oft wiederkehrende Wechsel von Ton und Salz oder Ton und Anhydrit deutlich zu sehen. Ja, die ganze Schichtenserie der „dreistreifigen“ Mergel, welche mehrere Hundert Meter mächtig ist, dürfte hierher gehören und die eigentümliche Bänderung von Grau, Schwarz und Braun durch jahreszeitliche Einflüsse erhalten haben. Ich verweise dabei auf das, was später von den Beobachtungen NIPKOW's und HÖGBOM's mitgeteilt wird. Die Dünnschichtigkeit mancher Keupersteinmergel oder mitteltriadischer Plattendolomite mit Steinsalzpseudomorphosen auf den Schichtflächen deutet uns wahrscheinlich dasselbe an; nur sind wir der bestimmten Deutung nicht so sicher, weil diese Schichtpakete auch in einem flachen Meere mit irgendwelcher regelmäßigen, mit den Jahreszeiten nicht oder nur sekundär (Winterstürme) genetisch verknüpften Wasserversetzungen zusammenhängen können. Im Gipskeuper Badens trifft man über dem massigen Grundgips auf eine ziemlich mächtige Serie von dunklen Mergeln mit zahlreichen konkordanten Gipsschnüren, die eine solche rhythmische Fällung beweisen und nach dem Gesamtaufreten Ähnlichkeit besitzen mit den Bodenschichten der Salzgärten Südeuropas. Sie folgen bis zu Hundert gleichmäßig aufeinander und verdanken einem periodischen Wechsel der Sedimentation ihre Entstehung. Wir haben hier Wüsten oder wenigstens semiaride Gebiete angenommen. Herr Prof. SCHNEIDERHÖHN machte mich aber darauf auf-

¹⁾ B. FÖRSTER: Ergebnisse der Untersuchung von Bohrproben aus den seit 1909 im Gange befindlichen zur Aufsuchung von Steinsalz und Kalisalzen ausgeführten Tiefbohrungen im Tertiär des Oberelsaß. Mitt. Geol. L.-Anst. Els.-Lothr. Bd. VII, H. 4, 1911, S. 355—358. Wittelsheim I.

merksam, daß Regenfälle in der echten Wüste durchaus nicht jedes Jahr regelmäßig vorkommen, sondern oft lange Zeit ausbleiben. Demgemäß wäre eine Repetition des Anhydrit in den Staßfurter Profilen kein wirklich sicheres Anzeichen für Jahreszeiten, sondern nur, wie eben auch angedeutet, für eine Unterbrechung der normalen Ausscheidung, welche durch neue Salzzufuhr mittels unregelmäßiger Niederschläge geändert wurde. Demgegenüber bleibt zu beachten die auffallende Regelmäßigkeit in der Verteilung der Anhydritschnüre, welche eigentlich keine Katastrophen-Erscheinung, sondern ein rhythmisch gleichartiges Wachsen des Bodensalzes andeuten.

Die andere Bildung, in welcher man mit einer Art von Berechtigung Saisonsedimente sieht, sind die postglazialen Bändertone. Man erklärt den Wechsel zwischen dem dunklen Ton und hellen feinsandigen Streifen durch einen Wechsel in der Stärke der Schmelzwasser, welche im Sommer gewaltig angeschwollen und dann eine Menge von Sand in die See warfen, während sie zu anderen Jahreszeiten nur feinen Schlick zu befördern imstande waren. Die Auffassung, daß in diesen Bändertonen geologische Chronometer zu finden seien, rührt von BLYTT her und wurde von G. DE GEER und seinen Schülern in großem Maßstabe benutzt, um durch Abzählung solcher Lagen vom Süden Schwedens bis zum Eisrande des Finiglazialstandes am norwegischen Gebirge die Zeitspanne des Postglazials wirklich in Jahren anzugeben. Seine Ansicht ist kurz die, daß die Inlandeiskappe in Mittelschweden mit ihrem Rande in dem dort vorhandenen Eismeer lag und trotz einiger Schwankungen ziemlich regelmäßig zurückwich. Die starken Schmelzwasserbäche liefen subglazial unter hohem Wasserdruck in das Meer aus, lagerten am Ende des Eises im Gletschertor ihr großes Geröll als Rulletensos ab und verbreiteten die feineren Sinkstoffe fächerartig auf dem Meeresboden, wodurch je nach der Wassermenge dunkle feine Tone und hellere Sande entstanden. Die Osar gehören ebenso wie untergeordnete, nachweisbare, nach DE GEER winterliche Moränen als Reste von Stillständen zu den einzelnen Bändertonegruppen und sind gerade so rhythmisch wie diese Schichten, nämlich die Osar sind perlschnurartig aufgelöst und jeweils um einen größeren Kern konzentrisch gebaut, die Moränen konzentrisch in annähernd gleichen Abständen hintereinander geschaltet. Er vergleicht das Ganze mit einem Fächer, dessen kurzer Stiel das Osstück ist, an dessen Stil die Moränen als seitliche Bänder sitzen und dessen radiale Stäbe die Fläche der Ton-

und Sandschichten bedecken würden. Einzelne Lagen sind weithin ausgebreitet bis auf 50 km Radius und dienten ihm als feste Marken, um in den verschiedenen Profilen Anhaltspunkte für die Abzählung der zweiteiligen Komplexe zu gewinnen. So gelangte er zu einem rhythmischen Rückzug des Eises, der natürlich von lokalen Bedingungen abhängig war. Seine Schüler CARLZON und LIDÉN fanden aus den Moränen und Osständen ein Weichen des Eises von 270 bis 400 m pro Jahr, was trotz der etwas verschiedenen Zahlen einen annähernd gleichartigen Prozeß während mehrerer Jahrtausende darstellt. Vom Inneren Schwedens durch „Gotia“ hindurch bis zur schwedisch-finnischen Stillstandslage soll dieser gleiche Rückgang etwa 3000 Jahre, von Stockholm bis zum Schluß der zusammenhängenden Vereisung 2000 und in der Postglazialzeit etwa 7500, im ganzen 12 000 bis 13 000 Jahre angehalten haben. DE GEER nannte diese Rückzugsphasen Aequirecessionen oder Aequicessionen und hat nun versucht, solche auch auf dem amerikanischen Kontinente oder in anderen stark vereisten Gebieten z. B. am Bodensee in analogen Bändertonen wiederzufinden und damit eine Glazialchronologie der letzten Diluvialzeiten aufzustellen ¹⁾.

In den Binnenseen hat man neuerdings regelmäßige Bänderung der Bodenschlicke nachgewiesen. Im Züricher See erzeugt das warme Sommerwasser eine anders gefärbte Lage als das Winterwasser. Dadurch wechseln Heller und Dunkler, Grau und Schwarz miteinander, veranlaßt durch die im Sommer lebhafter vor sich gehende Entwicklung pflanzlicher und tierischer Organismen und durch die im Winter kräftiger erfolgende Ausscheidung von eisenhaltigem Schlamm. Mit langen dicken Glasröhren sticht man in den Boden und erhält dann eine Probe, an der man sofort diesen Wechsel abzählen und damit auch die Dicke der jährlichen Niederschläge nachweisen kann. NIPKOW studierte diese Verhältnisse

¹⁾ G. DE GEER: Geochronologie der letzten 12000 Jahre. Geol. Rundschau Bd. III, 1912, 457—472.

C. CARLZON: Inlandsisens recession mellan Bispgården och Stegun in Indalälvens dalgång i Jämtland. Geol. För. i Stockh. Förh. Bd. 35, 1913, 311—328, 343—366, Taf. 7 u. 8.

R. LIDÉN: Geokronologiska studier öfver det finiglaciala skedet i Ångermanland. Sver. Geol. Undersökn. Ser. Ca. No. 9.

R. LANDEGREN: Ragunda trakten's postglaciala utvecklingshistoria. Geol. För. i Stockholm Förh. Bd. 36, 1914, S. 389—392.

G. DE GEER: Bidrag till istidens kronologi och klimatläran. Geol. För. i Stockholm Förh. 27, 1905, 219—221.

genauer, fand daß die winterlichen Lagen dunkel sind infolge raschen Sterbens des Planktons und einer Ausscheidung von Eisensulfid. Doch kam im Züricher See diese Bänderung erst in Tiefen über 90 m klar zum Ausdruck. Einige Lagen mit eingewanderten charakteristischen und in je einem Sommer explosiv entwickelten Algen gestatten eine Datierung einzelner bestimmter Schichten. Dadurch war es möglich die Sedimentationsgeschwindigkeit festzustellen und auf ca $\frac{1}{2}$ cm pro Jahr, also für die Dicke je eines Paares der grauen und schwarzen Lagen zu finden ¹⁾. Im Überlinger See wurden in der größten Tiefenzone ebenfalls graue und schwarze gebänderte Schichten entdeckt, welche aber nach Angaben von HUMMEL eher eine Diffusionsschichtung als wirkliche Jahresringe darstellen. In trockenen Proben ändert sich die dunkle Eisensulfidmasse in Limonit um und wird braun.

Obwohl wir eine Menge derartiger Binnenseeablagerungen aus der Vergangenheit kennen, ist bisher nirgends etwas Ähnliches beschrieben worden. Die Ursache mag an den besonderen Verhältnissen unserer Alpenseen liegen, welche neben bedeutender Schlickzufuhr aus der Gletschermilch großen klimatischen Schwankungen unterworfen sind, während die tertiären Landseen vorzugsweise durch Kalkausscheidung in einem wesentlich wärmeren Klima aufgefüllt wurden. Man könnte höchstens bei den dreistreifigen Mergeln des unteroligocänen Salzsees im Oberrheintal an ähnliche Vorgänge denken, da die Farben Grau, Schwarz, Braun in die Farbewandlung passen würden. Das Braun wäre die Oxydationsschicht. Die ganze Serie hätte demgemäß viele tausend Jahre zu ihrer Bildung gebraucht.

Vor einem Jahrzehnt hat HÖGBOM auf einen jahreszeitlich-periodischen Vorgang an den Rändern schwedischer Seen aufmerksam gemacht. Bei hohem Wasserstand im Frühjahr nach der Schneeschmelze entwickelt sich ein reiches organisches Leben in den flachen Strandzonen, das abstirbt und die Eisensalze vielfach als Eisensulfid niederschlägt, weil der Moder Schwefelwasserstoff entbindet und den Sauerstoff verbraucht. Wird diese Randzone im Hochsommer und Herbst trockengelegt, zersetzt sich das Eisensulfid und oxydiert sich zu einer dünnen braunen Lage. Im folgenden Frühjahr wird diese erneut von Schlick bedeckt, über

¹⁾ NIKKOW, P., Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen des Schlammabsatzes im Zürichsee. Zeitschr. für Hydrologie 1920. (Sep. 20 p., 2 tab.).

welchem sich der ganze Vorgang wiederholt. Es wäre durchaus möglich Ähnliches aus der Vorzeit zu finden, z. B. manche Sphaerosideritbänder in den karbonischen Schichten auf solche Prozesse zurückzuführen, nur hat bisher noch niemand daran gedacht.

In jüngster Zeit hat man ein Diatomeenlager im Miocän der Rhön studiert und aus der Wiederkehr von Vegetationsperioden in dünnschiefrigen Kieselguhrmasse auf eine Bildungszeit von etwa 700 Jahren geschlossen.

Auch bei Meeresabsätzen wurde kürzlich der Versuch gemacht, aus dem Wechsel von feinem Schlick und etwas größerem Sand, der sich in einem Komplexen vielfach einstellt, auf ruhiges Wasser in warmer Jahreszeit und auf bewegtes in einem kälteren, sturmreichen Zeitraume zu schließen. Jedermann wird in solchem Falle von vorne herein sagen, daß Stürme mehrfach in einem Jahre vorkommen und daß daher solche Schichtung keineswegs eine ausgesprochen jahreszeitliche zu sein braucht. Die modernen Tiefseeexpeditionen haben in ihren Lotröhren ebenfalls eine feine Bänderung und Schichtung konstatiert, aber niemand weiß bisher sicher, wodurch sie entstanden ist. 1928 wandte I. E. MARR¹⁾ diese Methode auf Graptolithenschiefer des englischen oberen Ludlow an. In Cumberland und speziell im Lake Distrikt zeigen die Bannisdale Slates einen sehr regelmäßigen Wechsel von Ton (mud) und feinem Sande. Mehrere Serien wurden ausgezählt und als Durchschnitt 4,3 Schichtpaare auf 1 cm ermittelt. Sieht man die einzelne Gruppe (mud and sand) als ein Jahresprodukt an, so wäre in 4,3 Jahren 1 cm Sediment abgesetzt. Diese Graptolithenschiefer messen dort 1600 m, so daß bei jener Voraussetzung ihre Bildung 688000 Jahre gedauert hätte. Das wäre eine lange Zeit, aber die Mächtigkeit der Schiefer ist auch sehr groß. Man müßte dann in den Tonlagen Absätze aus ruhigerem und in den Sanden solche bewegteren Wassers sehen; man könnte also an Winter und Sommer denken oder an stürmische und stillere Zeiten. Im letzten Falle würde das Ergebnis von 688000 Jahren unsicher. Auf Ebbe und Flut ließe sich diese Gesteinsbänderung gleichfalls zurückführen, so daß 1 cm dann etwa 2 Tagen entspräche. Die dabei errechnete Zahl von 2200 Jahren erscheint aber bei der Mächtigkeit von 1600 m viel zu kurz. Ich bin daher der Ansicht, daß man bei Meeresbildungen die Ursachen solcher rhythmischen Sedimentation noch nicht kennt.

¹⁾ MARR, J. E., A possible Chronometric Scale for the Graptolite Bearing Strata. *Palaeobiologica* Bd. 1, 1928, p. 161—162.

Den Nachweis von tiefen Temperaturen unter Null, freilich ohne die hier speziell behandelte jahreszeitliche Wiederkehr, hat kürzlich PFANNENSTIEL¹⁾ in eigentümlichen Abdrücken auf Schichtflächen von Kalkplatten der Orbicularis-Mergel im obersten süddeutschen Wellenkalk finden wollen. Diese Gebilde gleichen sehr den gestrickten Eiskristallen, welche bei Nachtfrösten in einem durchfeuchteten Boden entstehen, und konnten auch künstlich durch Gefrierenlassen feinen Lehmschlammes in ganz ähnlicher Form erzeugt werden. PFANNENSTIEL führt (S. 434) an, was darüber an älteren Beobachtungen, besonders aus Schichten nordamerikanischer Formationen vorlag. Die Versuche ergaben, daß die Eisnadeln beim Anschließen den Schlamm stark seitlich zusammendrücken (Kristallisationsdruck) und dadurch zerspalten, so daß beim Auftauen in dem trockenen Schlamm scharfe, charakteristische Hohlräume entstehen. Die sind ziemlich bestandfähig und können daher von neuem Sediment zugeschlammmt und somit abgessen werden. Dem entspricht, daß dies kristallographisch orientierte Netzwerk meist auf der Deckplatte erhaben hervortritt. — Dies gibt nur vorübergehende Kälte und zwar nur aus ganz flachem Wasser am Rande von Seen und Meeresufern an, wäre unter Umständen auch mit Salz- und Gipsausscheidungen zu verwechseln, mag aber trotzdem hier als eine klimatische Erscheinung erwähnt sein.

Der paläontologische Beweis für Jahreszeitenwechsel wird nicht immer leicht zu erbringen sein. Auf die marine Tierwelt hat er bekanntlich wenig Einfluß oder nur einen solchen, den wir an fossilem Material kaum nachzuweisen vermögen. Deshalb kommen für diese Frage wesentlich terrestrische Sedimente, vor allem limnische Bildungen in Betracht. An die Floren der Vergangenheit knüpft sich daher seit alters die Erörterung der Klimate, und aus dem Vorkommen von Blüten oder Früchten wurde auf Sommer oder Herbst geschlossen. Alle solche Betrachtungen darf man als berechtigt anerkennen, wenn sie sich auf Formen beziehen, welche heute eine ausgesprochene Beziehung zur Temperatur des Standortes zeigen, obwohl ausgestorbene Arten auch anders sich verhalten haben mögen. Ausgestorbene Gruppen, wie die meisten paläozoischen Gewächse und viele mesozoische Cykadeen und Coniferen, wird man zu Erwägungen über das Klima schwerlich brauchen können, weil wir von ihren Wachstumsbedingungen

¹⁾ PFANNENSTIEL, M., Spuren von Eiskristallen im oberbadischen Wellenkalk (mu₃). Neues Jahrb. für Min. etc. Beil.-Bd. 61, Abt. A. 1929, S. 433—446.

eigentlich gar nichts Positives wissen. Außerdem müßte als Grundlage alles Material ausscheiden, welches allochthoner Herkunft ist; aber dies säuberlich von dem autochthonen zu sondern, stößt an sich schon auf die allergrößten Schwierigkeiten.

Die Frage, ob wir schon im Paläozoikum kalte und warme Jahreszeiten regelmäßig wechseln lassen müssen, darf heute nicht als entschieden gelten, selbst für das Mesozoikum bleibt sie noch unsicher und kann erst für das Känozoikum als einigermaßen gesichert gelten, da wir seit Mitte des Tertiärs deutliche Klimazonen abzutrennen in der Lage sind.

Im Mesozoikum hat man aus dem Vorhandensein von Wachstumszonen in Hölzern eine Zeitlang Winter und Sommer zu erschließen geglaubt und sogar schon in permischen Kieselhölzern diese Ringe zu beobachten gemeint¹⁾. Man muß zwar immer wieder betonen, daß solches periodische Zuwachsen der Bäume auch andere Ursachen haben kann, auch auf einem Wechsel von feuchten und trockenen Zeiten beruhen kann, also für die Temperaturverhältnisse wenig Sicheres aussagt. Einen im Pflanzenleben bedeutsamen Wechsel dürfen wir jedoch aus den Ringen der Hölzer, wenn es wirklich primäre Struktur-, nicht sekundäre Tränkungserscheinungen sind, ableiten, und dabei ist es einerlei, ob autochthones oder allochthones Material, z. B. Treibholz, vorliegt. Der Beweis jahreszeitlicher oder anderer rhythmischer Unterschiede wird sicher damit erbracht, obgleich nicht immer gerade für den Fundort der betreffenden Stücke. Dieser Unterschied stellt sich dann im Tertiär klarer als ein durch Winter und Sommer bedingter heraus, weil die Laubbäume mit Blattfall im Winter und mit ausgesprochener herbstlicher Fruktifikationszeit mehr und mehr vorherrschend werden wie z. B. in den Braunkohlen der mittleren und hohen Breiten, und damit sich die Angliederung an die heutigen Zustände allmählich vollzieht. Nach den neuesten Darlegungen von E. MOHR²⁾ ergibt sich, daß in der Gegenwart für jede der drei Ansichten, ob

¹⁾ W. GOTHAN: Die Frage der Klimadifferenzierung im Jura und in der Kreideformation im Lichte paläobotanischer Tatsachen. Jahrb. d. preuß. geol. L.-Anst. Bd. XXIX, T. 2, 1908, S. 220—242 (1909). — Die Jahresringlosigkeit der paläozoischen Bäume und die Bedeutung dieser Erscheinung für die Beurteilung des Klimas dieser Perioden. Naturwiss. Wochenschr. N. F. X., 442—446, 1911.

²⁾ E. MOHR: Der Wert der Zuwachszonen bei tropischen Tieren und Pflanzen als klimatisches Merkmal, jetzt und in älteren geologischen Perioden. N. Jahrb. f. Min. etc. Centralbl. 1922, 634—641, 672—680.

die Zonenbildung auf Temperaturschwankungen, auf Wechsel von Naß und Trocken, auf inneren Gründen beruht, Beweise und Gegenbeweise erbracht werden können, und daß die Frage von der klimatisch-geologischen Bedeutung des Zonenwachstums bei den Hölzern keineswegs spruchreif ist. SEMPER hat schon 1912 gesagt: „Die Ringlosigkeit erscheint mir als ein generisch-phyletisches, nicht als ein klimatisch-charakteristisches Merkmal der älteren Hölzer.“ MOHR¹⁾ betonte ferner, daß ein Jahreswachstum ebenso deutlich an Fischen und Mollusken nachweisbar sei und hat bei seinen Arbeiten vor allem auf die Schuppen tropischer Fische geachtet. Darüber sind wir uns doch alle klar, daß bei vielen Tieren die Entwicklung bis zum Erwachsensein periodisch geschieht und daß man z. B. bei den Schnecken, den Lamellibranchiaten aller Zeiten und den fossilen Ammoniten meist ganz deutliche Zuwachslinien an den Gehäusen mit mehrfachem Stillstand in der Größenzunahme antrifft. Es ist leider meistens nicht möglich darin wirkliche und ausschließliche Jahreszeitwirkung zu sehen, obwohl natürlich Unterschiede in der Temperatur das Wachstum der Pflanzennahrung und damit das der Tiere beeinflussen. Somit nützen solche Beobachtungen uns in der hier ventilierten Frage wenig.

Aus dem Tertiär darf man vielleicht einiges hier anführen. Im Miocän der Rhön bei Kaltennordheim und Sieblos kommen in verschiedenen Schichten der blättrigen Braunkohle Froschlärven (*Palaeobatrachus Tschudi*) vor. Für diese Tertiärzeit dürfen wir in Mitteleuropa bereits ausgesprochene Jahreszeiten vermuten, weil die eigentlich tropischen Pflanzen verschwunden sind. Andererseits läßt sich annehmen, daß die Eiablage der Frösche wie heute im gemäßigten Klima im Frühjahr geschah und somit diese Kaulquappen führenden Schichten Absätze vom Ende des ersten Quartals darstellen. — Umgekehrt wären die dünnen, in denselben Lignitlagern und bei Salzhausen eingeschalteten Bänder mit Früchten von Haselnüssen, Walnüssen, Weinbeerkernen und *Carpolithes Kaltennordheimensis* eine Andeutung des Herbstes, wo die Bäume reichlich Samen auf den Boden gestreut hatten und die ersten heftigen Regen der kühleren Jahreszeit diese Dinge massenhaft in die moorigen Sümpfe zusammentrugten. — Ein anderes noch etwas reicheres Beispiel bietet Öningen mit seinen obermiocänen Kalkschiefern. In den dortigen dünnstiefrigen, aus Lagen feinsten

¹⁾ E. MOHR: Altersbestimmungen bei tropischen Fischen. Zool. Anz. Bd. 53, 1921, S. 87—95. 2 Fig.

Schlammes hervorgegangenen Kalkplatten treffen wir auf viele Insekten. HEER hob bei seiner gründlichen Bearbeitung dieser Fauna schon hervor, daß dort unter den Ameisen vor allem geflügelte Formen vorkommen, daß die flügellosen Arbeiter und Soldaten so selten sind, daß er unter mehreren hundert Geschlechtstieren nur einen einzigen Arbeiter fand. Die im Hochzeitsflug begriffenen Tiere seien in den Sumpf hineingeweht und im Schlamm versteinert. Daß sie nicht von Fischen, Fröschen usw. gefressen wurden, deutet darauf hin, daß solche Tiere nicht zur Stelle waren. Kombinieren wir dies damit, daß die Ephemeridenlarven bankweise, wie eingegraben vorkommen, so darf man annehmen, daß der nicht allzugroße See oder Teich im Sommer, als die Ameisen flogen, trocken lag und nur von klebrigem Schlick erfüllt war, an dem die Insekten hafteten, in dem Frösche und Fische unten vergraben oder versteckt, resp. erstickt lagen. Dazu gesellen sich, um das Bild zu vervollständigen, zahlreiche Achaenen, d. h. Früchte von Compositen, welche auch besonders im Sommer reifen und mit ihrer Federkrone massenhaft umhergewirbelt werden und an dem nassen Boden hängen bleiben. Wir erhalten damit das Bild des heißen Sommers, das noch durch die vielen Reste von Blütenkäfern (Chrysomelinen) und Rüsselkäfern verstärkt wird. Sobald wir in irgendwelchen Schichten von den höheren Insekten (Käfern, Schmetterlingen) Überbleibsel des Endstadiums finden, darf auf Frühjahr bis Herbst, je nachdem, geschlossen werden. Die Sphingiden im Lithographischen Schiefer deuten ebenso wie die ausgewachsenen Heuschrecken den Sommer an. Weniger sicheren Anhalt geben Fliegen, Libellen, Ephemeriden und Blattiden. Für Abzählung von Jahren aber sind die Insektenvorkommen durchweg zu selten und in früheren Aufschlüssen beim Sammeln niemals benutzt.

Gegenüber dem Beispiele von Salzhausen und auch von Rott bei Bonn (Oligocäne Blätterkohle) fällt in Öningen das vollständige Fehlen von Kaulquappen auf, obwohl eine Anzahl von erwachsenen Fröschen und Kröten zutage gelangten. Auch die Salamander und Schildkröten sind alle über das erste Jugendstadium hinaus. Der Quappen-Mangel weist ganz bestimmt auf den Sommer hin. Den Herbst deuten uns die Früchte der Hasel, der Nußbäume, der Platanen und die zwischen beiden liegende Zeit die Flügelsamen der Ahorne und Ulme an. Man kann auch die auf den Pappel-, Eichen- und Ahornblättern sitzenden Pilzflecken als Zeichen des Spätsommers betrachten, da ja jetzt gerade Ende August und An-

fang September diese Schmarotzer besonders üppig gedeihen. Die enorme Zahl der Laubblätter ließe sich am ersten dadurch erklären, daß herbstliche Regengüsse nach Art der beginnenden mediterranen Pluvialmonate das absterbende oder abgestorbene Laub in dem Tümpel anhäuften und in dem mitgeführten Schlamm gleich einbetteten. Leider hat bei dem Abbau niemand darauf geachtet, ob in den Hauptschichten die Blätter besonders bankweise verteilt sind. Dies müßte nach obiger Voraussetzung erwartet werden. Wir wissen nur, daß die sog. Insektenschicht des Unteren Bruches sich aus dünnen Schieferplatten zusammensetzt, welche durch ebenso dünne Mergellagen getrennt werden. Ihre Zahl soll 250 betragen haben, und es wurde deshalb auf sehr lange Bildungsdauer (250 Jahre) dieser einen, zugleich tiefsten Lage der Öninger Stufe geschlossen.

Daß im Vorsommer bis Herbst diese Schichten entstanden, wird kaum anzuzweifeln sein. Jedoch bedarf jeder einzelne zu solcher Bestimmung benutzte Fall der Kritik. HEER bemerkt schon, daß die Vereinigung mancher Pflanzenteile auf einer und derselben Schieferplatte Vegetationsverhältnisse andeutet, welche von den heutigen abweichen. Auf solcher Schieferplatte lagen Blütenstände von Weiden, Pappeln und Blätter der Platanen zusammen. Heute liegt bei uns die Blütezeit der Weiden weit weg von der Belaubung der Platanen. Würden wir zufällig nur die Weidenreste oder nur die Früchte der Platane allein haben, würden wir zweifellos im ersten Falle auf das Frühjahr, im zweiten auf den Herbst schließen. — Ziemlich häufig trifft man auf Blüten der Zimmetbäume. Die Familie ist aus unserem Lande völlig verdrängt, hat sich also nicht dem eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Klima angepaßt, sondern wird ihre Blüte- und Fruchtzeit im Mittelmeergebiet bewahrt haben. Ich möchte daher auf sie größeren Wert legen und meinen, daß ihre Blümchen den Frühling bezeichnen.

Da wir gerade bei dem Fundorte Öningen sind, mag noch eine grundsätzliche Erörterung angeschlossen werden. Den meisten Palaeontologen und Palaeobiologen gilt diese Fundstätte als eine Einheit. Das ist sie ganz und gar nicht, wie schon im Beginn des 19. Jahrhunderts hervorgehoben und von HEER ausdrücklich betont ist. Es handelt sich um zwei zwar ähnliche, aber fast durchweg petrographisch und faunistisch verschiedene, durch eine 20—30 m dicke Sandschicht stratigraphisch getrennte Horizonte. In jedem sind andere Gesteinsbänke angetroffen, und für jede wäre eine gesonderte Bildungsweise und Bildungszeit zu ermitteln. In

der Libellenschicht des oberen Bruches kommen nur Larven vor, die auf Ende des Frühlings hinzeigen; die Imagines liegen im Kesselstein, der durch mehrere Zwischenmittel davon getrennt ist. Die Insekten beider Brüche sind durchweg verschieden. Die Insektenschicht des Unteren Bruches birgt zahlreiche Wasserkäfer, darunter prachvolle Hydrophiliden und Dytisciden; jedoch alle als Käfer, deren Larven ganz fehlen, obgleich sie sich so gut wie Libellenlarven hätten erhalten sollen. Die erwachsenen Käfer weisen auf Spätsommer. Es finden sich außerdem manche Pflanzen und Insektenreste auf der gleichen Platte z. B. eine Podogoniumfrucht mit einer geflügelten Ameise. So darf man mit HEER annehmen, daß die Podogonien im Hochsommer schon Früchte hatten, also wohl im ersten Frühjahr blühten¹⁾.

Es liegt nahe, diese Methoden auch auf andere Vorkommen anzuwenden, und HEER hat es direkt getan, auf die fossilreichen obermiocänen Schichten von Radoboj in Siebenbürgen. Die Flora ist ganz ähnlich, die Insektenwelt ebenso reich, freilich sind die Ameisen zahlreicher und geben noch deutlicher die Sommerszeit an. Interessant ist die Gleichartigkeit des Klimas an den beiden weitentlegenen Stellen, die wohl durch die lange Seenkette vor dem entstehenden Alpengebirge bedingt war. —

Ein weiteres Beispiel bietet der Bernstein. Für den baltischen Bernstein dürfen wir auch eine Entstehung in einer Jahreszeit voraussetzen, in welcher erstens die Bernsteinfichten sehr saftreich waren, zweitens das Harz bei größerer Wärme leichtflüssig und klebrig blieb, drittens ein buntes Insektenleben (Fliegen, Bienen, Ameisen, Kleinschmetterlinge usw.) vorhanden war. Das deutet alles auf das späte Frühjahr hin. Im Bernstein wurden von CONWENTZ zwei Hollunderblüten beobachtet, einer Pflanze, welche jetzt im Juni blüht und deren Krone so leicht vergänglich ist, daß sie sofort vom Harz umhüllt worden sein muß. Hätten wir den Bernstein noch in seiner ursprünglichen Lage, ließe sich mit ihm für unsere Zwecke vielleicht etwas anfangen. Er ist jedoch ein treffliches Beispiel für spätere Umlagerung, von der als störendem Element im Anfang die Rede war, weil die Hauptmasse seiner Knollen heute als Aufarbeitungsreste im unteroligocänen marinen Sande liegen. —

Auch bei den verschiedenen Gipsfannen, in denen Pflanzenreste,

¹⁾ P. HEER: Die Urwelt der Schweiz. Zürich 1865. S. 387. — Flora tertiaria Helvetiae Bd. III, 2, 1859, S. 259—265.

besonders Blüten in den dünnen Schichtpaketen erhalten sind, z. B. Aix, dürfen wir die trockenen Perioden des Jahres als die eigentlichen Bildner der Lamellen ansehen und können dabei vielleicht Wiederholungen konstatieren. Leider gibt es darüber eigentlich keine Angaben in der Literatur.

Während im Allgemeinen auf den Spätfrühling bis den Herbst eingeschlossen alle die Schichten zurückgeführt werden dürfen, in denen sich Blüten und Früchte anreichern, ist dies mit den an Blättern reichen Lagen keineswegs so sicher der Fall. Ich meine vor allem die Blättersandsteine, manche Kohlenschiefer und dünnplattige, nur an Blättern reiche Mergel oder Tone, wie wir sie von der mittleren Kreide bis ins Pliocän antreffen. Zunächst wäre hierbei der Unterschied zwischen den vorkretazischen und späteren Floren zu betonen, da ja in den ersten keine Laubbäume mit regelmäßigem Blätterabwurf vorhanden waren; zweitens sind auch in den nach-nomanen Floren alle diejenigen Gewächse mit immergrünem Laube, z. B. Ilex, Cerreiche, Lorbeer usw. auszuschalten, deren Blattwechsel an keine Jahreszeit gebunden ist. Die seit dem Oligocän verbreiteten *Ulmus*, *Carpinus*, *Populus*, *Juglans*, *Castanea* usw. lieferten wohl jeden Herbst eine Masse Blattstreu, welche durch die Herbstregen abgeschwemmt und in Tümpeln und Seen auf dem Festlande oder in den Flußdeltas abgesetzt wurde. Nur wenn Früchte dabei sind, ist mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf den Herbst rückzuschließen; sonst können irgendwelche Regen und Stürme in anderen Zeiten ebensogut die Ursache sein. In der Bodenseemolasse, in den oberoligocänen Sanden des Rheintals treten uns nicht selten linsenförmige Einlagerungen mit aufeinander gepackten Blättern entgegen, welche nie Früchte oder Blüten führen und daher irgendwelchem Wirbelsturme oder Gewitter ihre Entstehung verdanken mögen.

Sehr schwierig bleibt die Übertragung solcher Beobachtungen von känozoischen Schichten auf die älteren, z. B. auf die Steinkohlenformation, weil wir zu wenig von den Lebensverhältnissen der paläozoischen Pflanzen wissen. Zwar beobachten wir in einzelnen Lagen Anhäufungen von *Trigonocarpus* und in permischen Kohlenschiefern Badens viele *Cardiocarpus* und andere Cykadeenfrüchte. Aber dieselben sind so dauerhaft und meistens auch in sandigem, bisweilen ziemlich grobem Sandstein eingebettet, daß sie auch erst lange nach der Fruktifikation bei irgendwelchen Hochwässern abgeschwemmt sein können. Im Oberkarbon von Saarbrücken und Essen trifft man in den Kohleschiefern bisweilen auf

Lagen, in denen ungewöhnlich viele fruktifizierende Farnwedel zusammengehäuft sind; Ähnliches sah ich aus dem Oberkarbon von Schatzlar und Kladno in Böhmen. Heute in unserem Klima wäre dies ein gutes Zeichen für den Herbst; aber ob dies für das Karbon gilt, ob jene Farne eine ausgesprochene Vegetationsperiode hatten und in welchen Teil des Jahres sie fiel, ist unentschieden und daher mit solchen, immerhin beachtenswerten Beobachtungen wenig für unseren Zweck zu machen.

Ebenso steht es mit den paläozoischen Insekten, welche durchschnittlich zu den Ametabolen gehören und deshalb in einem milden Klima das ganze Jahr sich entwickelt haben mögen und, wenn sie eine bestimmte Zeit bei der Vollendung bevorzugten, wird sich vorläufig nicht sagen lassen, welche es war; denn die ganz heißen Monate sind auch gegenwärtig in der Tropenwelt für die Insektenfauna nicht die förderlichsten. Urteilen wir nach unseren mittel- und südeuropäischen Verhältnissen, so müßten wir die Entstehung der Sphärosideritbänke mit den Libellen, den Eintagsfliegen, Heuschrecken und Cikaden in den Sommerbeginn setzen oder, falls man auf nordafrikanisches Klima zurückgreifen will, in die Zeit vor der Ernte, etwa in den Juni.

In solcher Jahreszeit mögen auch die Libellen, die Sphingiden und Heuschrecken in die lithographischen Schiefer zu Solnhofen geraten und an den trocken liegenden Meeresschlickten hängen geblieben sein. Doch ist dabei zu bemerken, daß die Dünn-schichtigkeit dieser marinen Kalke auf andere Ursachen zurückgeht und ebenso wie das periodische Trockenlaufen eher auf Gezeitenströmung deutet.

Man hat endlich in Torfmooren nach Jahreszeitspuren gesucht, aber nicht recht ausgesprochene zu finden vermocht. In Hochmooren gibt es keine jährlichen sedimentären Einschwemmungen, und in Niederungsmooren ist der jährliche humose Zuwachs, besonders an den Rändern, zu gering, um später bei der Fossilisation in wirklich erkennbarer Weise erhalten zu bleiben. In verschiedenen Mooren und diluvialen moorigen Braunkohlen stößt man auf Lagen mit Fichtenzapfen (z. B. *Pinus Cortesi* im Oberrheingebiet). Möglicherweise haben wir darin eine Jahresmarke und zwar des Spätherbstes, wenn die reifen Zapfen von den Stürmen heruntergeschüttelt worden sind; aber es braucht nicht so zu sein und mehr als drei Lagen habe ich nie übereinander beobachtet. — An Jahreszeiten ließe sich ferner im Keuper, vielleicht auch im oberen Buntsandstein und im Rotliegenden denken, wenn man in den Schiefer-

tonen dieser Schichten innerhalb schmaler Bänke, die durch fossil-leere Streifen getrennt sind, eine Wiederholung von Estherien antrifft. Diese Phyllopoden gedeihen reichlich in flachen Wassertümpeln während einiger Monate und verschwinden, sobald die Dauereier erzeugt wurden, vollständig. Das gäbe daher bei diesen in flachem Wasser entstandenen Tonen, seien sie Wüsten, seien sie Litoralsediment gute Marken, falls wir wirklich bestimmt wüßten, daß die Übergießung mit Wasser auf periodische Niederschläge zurückgeht.

In Trinidad existiert ein Asphaltsee, welcher von unten her sich immer wieder füllt, wenn im Winter die oberen und randlichen Partien abgebaut wurden. Dann sind sie begehbar, während im Sommer die Masse unter dem Strahle der Tropensonne weich, ja flüssig wird und infolge des Nachquellens das Becken wieder ausgleicht. Ähnlich werden die Verhältnisse in Galizien und in Nordamerika gewesen sein, wo wir allerlei fossile Tiere in einem Asphaltsumpf beobachten. Wir dürfen ruhig annehmen, daß besonders im Sommer die vor Raubtieren flüchtenden Huftiere in diese Fallen gerieten und darin zugrunde gingen, daß die am Aas sich ergötzenden Vögel bei unvorsichtigem Abfliegen oder Umherhüpfen kleben blieben und ebenfalls in den zähen Teig gerieten.

Ein anderes Merkmal für warme Jahreszeiten bieten uns die Brutstätten der Vögel, welche durchweg im Frühjahr oder Sommer nisten, weil sich dann für die Ernährung der Jungen die beste Möglichkeit darbietet. So sind die Lagen mit den Nestern der Pelikane am Ries wohl in das späte Frühjahr zu legen, ebenso die gelegentlich in der Schweizer Molasse gefundenen Vogel- oder Schildkröteneier, außerdem die oft lagenweise im Guano der ozeanischen Inseln beim Abbau zutage geförderten Gelege und einzelnen Eier der Seevögel. Für die Südhalbkugel darf man hierbei an die Eier der Riesenstrauße von Madagaskar und Neuseeland erinnern, welche dem dortigen Frühjahr oder Sommerbeginn angehören würden.

Bei der Bearbeitung pliocäner Säugetiere aus Mazedonien hat M. SCHLOSSER¹⁾ auf die Fülle von jungen Tieren aufmerksam gemacht, welche etwa 16—18 Monate alt waren, als sie vom Tode erfaßt wurden. Man kann dies bei den Suiden im Pliocän Mazedoniens am Gebisse erkennen. Hatten *Sus Erymanthius* wie das heutige Wildschwein im März/April gefrischt, so müssen die Tiere 1½ Jahr alt geworden sein. Die Lagerstätte sind Flußschotter,

¹⁾ M. SCHLOSSER: Die Hippariontenfauna [von Veles in Macedonien. Abh. d. bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Cl. XXIX, Abh. 4, 1921, S. 4—5.

und es ist sehr wahrscheinlich, daß die in jenen Gegenden damals, wie heute im Herbst gewaltig einsetzenden Regen Tierreste und Geröll abschwemmten und in den Talweitungen zur Ablagerung brachten. Zuletzt mag auf die postdiluvialen Stationen der Magdalénien-Leute hingewiesen sein, deren Aufenthalte im Gebiete nördlich der Alpen sicher in eine warme Jahreszeit fielen. Da sie ausschließlich von der Jagd auf Pferd, Reh, Hirsch lebten, waren sie gezwungen mit diesen Herden und Rudeln zu wandern. Alles deutet darauf hin, daß bei uns am Ende der letzten Eiszeit und noch unmittelbar nach dieser ein sehr rauhes Klima mit schneereichen Wintern herrschte, während deren jene Tiere nach Südwesten, nach Frankreich und Nordspanien abwanderten, weil sie in den süddeutschen Gebieten keine Nahrung fanden. Im Frühjahr kamen sie wieder, wie die Rentiere im Nordosten Sibiriens im Laufe eines Jahres hin- und herziehen, wobei die Tungusen ihnen folgen und auflauern. Die Rentiere setzen im April ein Kalb, und wir finden in den Stationen viele junge Tiere, welche 5—6 Monat alt gewesen sein müssen, da sie den ersten Hornwuchs schon zeigen, so daß die Stationen bis in den September oder Oktober bewohnt gewesen zu sein scheinen. An den Stellen, wo auch der Hirsch vorkommt und zwar mit schädelechten Stangen kann man deren Erlegen nach dem Juli ansetzen, da er im Hornung abwirft und im Juli fegt. Für solche Schlüsse ist die Voraussetzung, daß jene Tiere ihre Lebensgewohnheiten nicht änderten. Beim Rentier darf man es wohl mit einer gewissen Sicherheit annehmen, weil es sich überhaupt den Bedingungen des milderen Klimas gar nicht angepaßt hat, sondern lieber in den Norden auswich. — Mit Vorsicht sind dagegen andere ausgestorbene Säuger für solche Fragen zu benutzen, z. B. der Höhlenbär. Der rezente braune Bär wirft im Januar. Man fand in diluvialen Bärenhöhlen ganz junge Tiere, welche bei der Geburt oder kurz nachher eingingen und hat daraus auf winterliche Bewohnung jener Schlupfwinkel geschlossen, was immerhin angefochten werden kann.

Im Cambrium kennen wir aus dem Eophyton-Sandstein Ausgüsse von Quallen, welche sehr schwer erklärbar sind. POMPECKJ beobachtete im Spätherbste am Strande des Samlandes, daß *Aurelia aurita* in gefrorenem Zustande an den Strand als feste Klumpen geworfen und in den Sand eingewellt wurden. Dann wäre beim Tauen ein Eindringen des Sandes in die Magenhöhle bei bestimmtem Tautvorgang vielleicht möglich, so daß diese Steinkerne Winterkälte andeuten könnten.

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: 1930

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Deecke Wilhelm

Artikel/Article: [Jahreszeitliche Spuren in der geologischen Stratigraphie 335-352](#)