

Über die faziellen Verhältnisse der Kärntner Kreide.

Von Franz Kahler.

(Mit einer Karte.)

A. Die Kreide des Krappfeldes.

Seit der Arbeit von Redlich¹⁾ hat sich die geologische Literatur über die Kreide des Krappfeldes lediglich um einige kurze Bemerkungen in den Aufnahmeberichten H. Becks [besonders²⁾] vermehrt. Über die neueren Studien Becks liegen noch keine Veröffentlichungen vor.

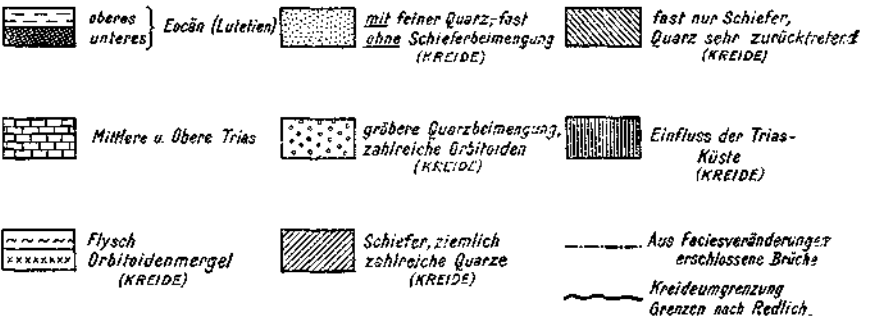
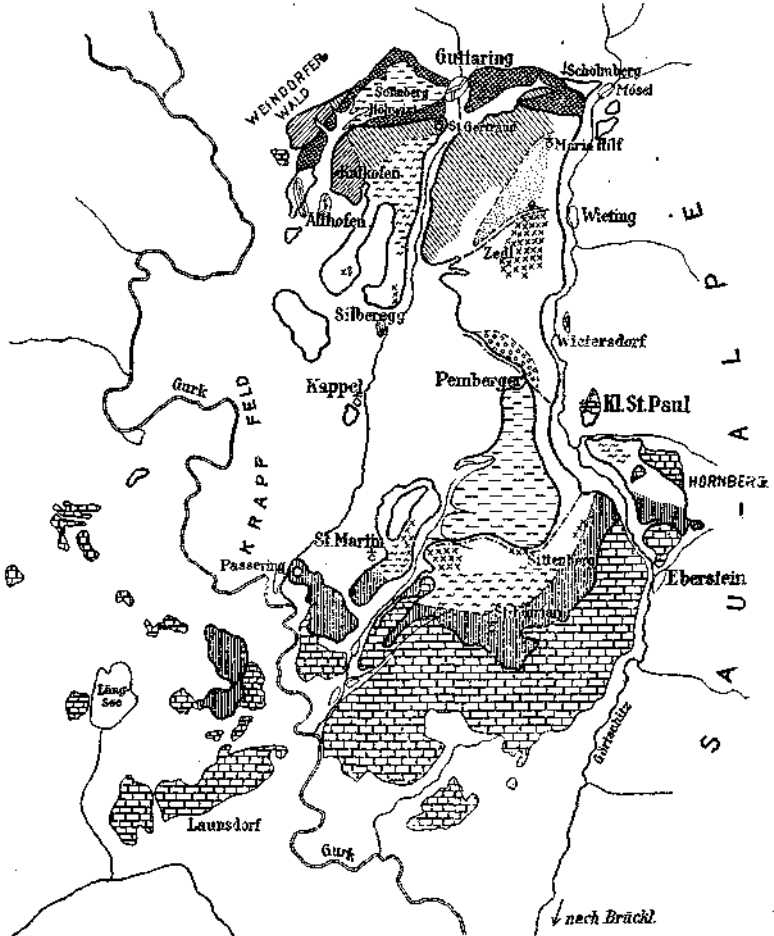
Die Grundzüge ihres Aufbaues nebst einer Beschreibung der wichtigsten Gesteinstypen hatte schon Penecke³⁾ bekanntgemacht; Redlich ist es insbesondere gelungen, eine große Anzahl von Versteinerungsfundorten namhaft zu machen und das Vorhandensein von Orbitoidensandsteinen nachzuweisen.

Folgende Zeilen stellen nun den Versuch dar, den Einfluß der Küste auf die Gesteinsentwicklung nach Möglichkeit festzustellen, um daraus die Grundlagen für die Beurteilung der Sedimentierung zu gewinnen.

Penecke wie Redlich erkannten bereits, daß im N wie im O das Paläozoikum, im S dagegen die Trias das Material zum Gesteinsaufbau geliefert haben. Es galt daher, zu untersuchen, wie stark sich diese Einflüsse geltend gemacht haben, bzw. wie weit sie gereicht haben.

Die besten Aufschlüsse längs des Nordrandes der Krappfelder Kreide sind jedenfalls in der Synklinale zu finden, mit der die Kreideschichten in das Paläozoikum eingefaltet sind (siehe Profil bei Redlich).

Gehen wir von S gegen den Weindorfer Wald, so finden wir über stark gefalteten Tonschiefern eine zirka 2 m mächtige Schichte feiner Mergel, worauf der Hippuritenkalk des Ferchersteinbruchs beginnt. Es ist dies die älteste bekannte Fossilfundstelle des Krappfeldes, leider heute so gut wie ausgebeutet. Der Hippuritenkalk, heute nur in den härtesten Partien gut aufgeschlossen, scheint auch eine etwas mergelige Lage zu enthalten, wenigstens deutet darauf eine Probe im Landesmuseum von Kärnten, die eine starke Aufnahme von Tonschiefer zeigt. Über den Hippuritenkalk beginnt bald eine recht breite Zone von feinplattigen Mergeln, die durch die spätere Gebirgsbewegung sehr stark gelitten haben. Erst die hangendsten Schichten der Synklinale zeigen plötzlich eine starke Sedimentierung von der Küste her; durch Mergel schlecht zementiert liegen, bis zu kopfgroße Gerölle von Phylliten in diesen Schichten eingebettet, doch sind sie wegen ihrer starken Verwitterung zu einer petrographischen Untersuchung nicht geeignet. Die beigemengten Quarzgerölle erreichen bis zu 6 cm Durchmesser und sind gut gerundet, aber zum Teil zerquetscht.



Die Kreide des Krappfeldes
1 : 140000

Dieses Profil zeigt also, daß die Sedimentierung in der Mitte der Gesteinsfolge am ruhigsten war und das Kreidemeer vom Charakter eines Flyschmeeres nicht weit entfernt war.

Dieser nördlichste Streifen von Kreide zeichnet sich insbesondere noch dadurch aus, daß er in seiner östlichen Fortsetzung recht zahlreiche Kalkgerölle (wohl Trias) aufnimmt.

Recht gute Aufschlüsse sind derzeit beim Kalkofen an der Straße Althofen—Guttaring sichtbar.

Knapp über der Straße sind Tonschiefersandsteine aufgeschlossen; das kalkige Bindemittel ist spärlich, die einzelnen Tonschieferplättchen sehr dünn zerspalten (wie es bei diesen die Regel ist), darüber liegen dünnplattige Mergel ohne Fremdeinschlüsse; ihr Hangendes ist ein Kalksandstein, der bis zu 15 mm große Tonschiefer mit einigermaßen gerundeten Ecken und gut gerundetem Quarz führt. Darüber folgen dunkelgraublau harte Mergel, die in einem Steinbruch ausgebeutet werden; im Hangenden werden sie dünnplattiger.

Dieselben werden von einem harten Mergelkalk überlagert, der kleine, aber zahlreiche Rudistenscherben erkennen läßt und spärliche und kleine Schieferstückchen und Quarz führt. Diese Schichte bildet den kleinen Steilabfall, der auf der Originalaufnahme eingezeichnet ist, und kann bis gegen den Höhwirt (mit Südostfallen) verfolgt werden.

Ihr Hangendes bilden feine und harte Kalke, frei von jeder Beimengung. Auf der Südostseite des Hügels lassen sich Mergel mit Schieferbeimengungen, gerundeten Quarzen bis 1 cm Durchmesser und vielleicht auch Rudistenfragmenten feststellen. Sie werden von einer Mergelschichte überlagert, die reichlich Schieferstückchen bis zu 4 cm Größe beherbergt und darüber folgen dünnplattige feine, aber ziemlich kalkarme Mergel.

Das Profil zeigt also einen raschen Wechsel in der Lebendigkeit des Gesteinsabsatzes, die im allgemeinen für die Liegendgruppe der Krappfelder Kreide bezeichnend ist.

Während in den beschriebenen Profilen stets ein reichlicher Mischungsanteil von (meist weißem) Quarz sich zeigt, vermag man in dem Abschnitt, der etwa durch die Linie Weindorf — nördlich Mandorfer im W und im O durch eine solche nördlich Mariahilf—Schleifer—Hasenfelder — begrenzt wird, wohl einen reichlichen Anteil von Schiefer in diesen Kreideschichten zu bemerken; die wenigen Quarze aber sind meist schlecht gerundet und treten sehr stark zurück.

Diese Schichtenfolge, die besonders gut bei St. Gertraud, südlich Guttaring, beobachtet werden kann, zeigt in ihren liegenden Partien einen überaus starken Wechsel von Mergel, Mergelkalk und Schichten mit stärkster, aber meist feiner Tonschieferbeimengung; bald beginnt aber eine eintönige Folge von flyschähnlichen Mergeln, die, gegen S zahlreicher, auf ihren Schichtenplatten Kriech- und Fließwülste zeigen. Die hangendsten Partien zeichnen sich durch das Vorkommen von Orbitoiden aus, die sich besonders im großen Steinbruch nördlich Silbereg, vielleicht auch am Spittelberg finden. Am ersteren Fundorte liegen:

Zu tiefst zirka 15 cm starke Kalkbänke mit schlembbarem Ton als Zwischenlagen;*) dann folgen dichte, gebankte Mergelkalke, über diesen eine $\frac{1}{2}$ m mächtige Schichte von Mergelkalk mit Schieferbeimengungen; dieselbe wird gegen oben feiner und zeigt schließlich Orbitoiden; darüber folgen wieder Kalke mit feiner Schieferbeimengung (zirka 5 m), härtere Mergelkalke und dünnplattige Mergel, die schließlich in rötliche, dichte Mergelkalke übergehen.

Es ist sehr bemerkenswert, daß hier die Orbitoiden in einem Kalke auftreten, der nur schwach von der Küste beeinflusst ist; alle übrigen Vorkommen liegen in Gesteinen lebhaft bewegten Wassers mit reicher Beimengung von Küstenmaterial.

Die Mergelkalke an der Straße von Schölmberg nach Mösel zeigen in ihren liegenden Partien einen raschen Wechsel von reinen Mergelkalcken mit solchen, die, sehr stark, Schiefer, Quarz und besonders Kalk enthalten; die Aufnahme von letzteren Geröllen ist in einer schmalen Zone etwa 1 km gegen W zu verfolgen.

Östlich der bereits genannten Linie: nördlich Mariahilf—Schleifer—Hasenfelder, treten die Schiefer als Fremdbestandteile der Mergel sehr stark zurück, und an den Verwitterungsflächen sieht man stets klein bleibende, gut gerundete Quarze von meist weißer Farbe, die im frischen Bruch viel schwerer zu erkennen sind.

Diese feinen Quarzsandsteine, die stets ein bedeutendes Mergelzement besitzen, wechsellagern in meist rascher Folge mit härteren Mergeln ohne Quarzbeimengung. Die Fläche ihres Vorkommens ist ziemlich begrenzt; südlich reichen sie nur bis in den Graben, der südlich vom Hasenfelder gegen den Vogelbauer hinzieht, und sind auf dem Abhang zum Görttschitztal nicht mehr zu finden; es dürfte sich im wesentlichen um ziemlich hangende Schichten der Krappfelder Kreide handeln, doch ist es mir bisher nicht gelungen, in denselben Orbitoiden aufzufinden.

Wesentlich anderer Zusammensetzung sind die Kreideschichten des Unterkirchwaldberges. In den Liegendschichten scheinen, soweit die hier überaus schlechten Aufschlüsse ausreichen, Mergel vorzuwalten, die durch eine feine Beimengung von Hornblende(?)schiefer im feuchten Zustande grünlich erscheinen. Die hangenden Partien scheinen außerordentlich reich an Mikroorganismen zu sein und gehen in harte Orbitoidenmergelkalke über, die in den höheren Teilen des Westhanges entschieden überwiegen. In den tieferen Teilen desselben Hanges bemerkt man wohl zahlreichen Schutt aus hartem Mergelkalk, doch vermöchte ich keinen einzigen Aufschluß zu entdecken.

Beim Gehöft Zedl fand ich in einem Block eines ziemlich stark gelblichen Mergels an der Verwitterungsoberfläche einen Nummuliten, den Herr Dr. F. Trauth als *Nummulites cf. Boucheri* bezeichnen möchte. Dieses Vorkommen ist deshalb so interessant, weil der Nummulit in einem Gestein vorkommt, das man mit den übrigen Kreidemergeln recht gut vergleichen kann, anderseits aber von den Eozänvorkommen

*) In den Schlemmpfen konnte Prof. Dr. A. Liebus eine spärliche und schlecht erhaltene Foraminiferenfauna nachweisen. (Siehe A. Liebus, Neue Beiträge zur Kenntnis der Eozänfauna des Krappfeldes in Kärnten: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 1927.)

beim Vogelbauer und von Sittenberg mir keine Gesteinsvarietät bekannt ist, die, so spärlich Nummuliten führend, mit dem Fund beim Zedl verglichen werden kann. Es mahnt dieser Fund daher zur Vorsicht, die hangenden Schichten der Kreide, wenn sie fossilifer sind, zu derselben zu stellen. Dies um so mehr, als ich südlich des Pemberger einen foraminiferenreichen Ton fand, der keine Nummuliten führt, democh aber zum Eozän gestellt werden kann.

Südlich des Unterkirchwaldberges, am Pemberger Riegel, sind derzeit die besten Aufschlüsse in der Krappfelder Kreide zu sehen; sie sind durch den lebhaften Abbau der Mergel seitens der Wietersdorfer Zementwerke entstanden und entblößen in großen Steinbrüchen wenigstens die liegenden Partien derart, daß eine genauere Feststellung der Schichtenfolge möglich ist; dieselbe ist am besten in den Brüchen I und III, die an einer kleinen vorspringenden Rippe im Gehänge angelegt sind und derzeit die nördlichsten guten Aufschlüsse bieten, zu beobachten.

Die Schichtenfolge beginnt hier mit feinplattigen, gelblichen Mergeln, die sich auch in den Feldern nördlich davon reichlich finden, wobei auch Platten mit Kohlenspreu und Flyschfiguren nicht selten sind. In ihrem Hangenden schalten sich einige härtere Mergelkalkbänke ein; darüber folgt eine schmale Bank eines ziemlich feinkörnigen Konglomerates, das sehr reichlich Schiefer, Kalk (Trias?) und ziemlich gut gerundete Quarze enthält; über ihr eine schmale Lage eines Quarzsandsteines, dessen Bestandteile schlecht gerundet sind. Diese Schichtengruppe bleibt beim Abbau stehen; darüber liegen nun sehr gleichmäßig in Bänke von zirka 15 cm ohne Zwischenlagen zerteilte harte Portlandmergel, die hier in bedeutender Mächtigkeit abgebaut werden. Ihr Hangendes sind kalkärmere Mergel, bald toniger, bald kalkreicher, in rascher Wechselagerung, mit Kohlenspreu und Fließwülsten.

Über ihnen liegt ein ziemlich lose verkittetes Kalkkonglomerat mit Geröllen geringer Größe und Schiefereinschlüssen; es wird von einer etwas schmälere Portlandmergelschicht überlagert, die als zweite Etage des Bruches I abgebaut wird; sie ähnelt vollkommen der tieferen Schichte und zeichnet sich wieder durch eine vollkommene Gleichmäßigkeit aus. Im Hangenden geht sie wieder in tonigere Mergel über (Romanmergelzone), die nicht bloß hie und da Kohlenspreu auf den Schichtenflächen zeigen, sondern auch Fließwülste und seltene Pyritkonkretionen, die freilich schon gänzlich verwittert sind. Auf einer Gesteinsplatte dieser Schichte fand ich, kaum mehr kenntlich, Schalenröhmer eines *Inoceramus* sp. Diese Folge von tonigeren Mergeln ist noch als Basis im Bruch III aufgeschlossen; leider ist die Grenze gegen die nächste Schichte etwas überrollt, doch glaube ich eine konkordante Überlagerung ohne Erosionsspuren annehmen zu können; diese Feststellung wäre deshalb von so großer Wichtigkeit, weil die Hangendenschichte deutliche Beweise von Erosionstätigkeit zeigt, bzw. ein Transgressionskonglomerat darstellt.

Nahe der Basis liegt ein gut gerundeter Block von zirka 1 m³ eines gelblichen Kalkes, der mit Mühe zwei Längsschnitte von Rudisten erkennen läßt; damit ist das Alter dieses Kalkes als Kreidekalk festgestellt, und ich muß annehmen, daß zur Ablagerungszeit dieses Trans-

gressionskonglomerates bereits gut verfestigte Rudistenkalke im Krappfelde anstehend waren, die teilweise von den Wogen aufgearbeitet worden sind. Ich möchte hier bemerken, daß es mir bisher nicht gelungen ist, einen derartigen Kalk anstehend zu finden. Ich vermag daher nicht zu sagen, wie stark diese Transgression den Kreideuntergrund angegriffen hat. Die Werksdirektion (Ing. Philipp Knoch) besitzt einige Längsschnitte von Rudisten, die innen mit großen Kalkspatkrystallen ausgekleidet sind und vermutlich aus dem gleichen Kalke stammen.

Dann finden sich aber in dem nicht sehr harten Ton, der das Bindemittel des Konglomerates darstellt, zahlreiche Kalkgerölle eingeschlossen, die an den Oberflächen wie eingätzt erscheinen, was ich auf die kalkauflösende Wirkung des in den Mergeln zirkulierenden Wassers zurückführe. Die Kalke sind mehr bräunlich gefärbt, enthalten selten (ich sah nur ein sicheres Stück) Rudistenquerschnitte mit weißem Kalkspat im Innern. Dagegen scheinen ihnen Rudistenscherben zu fehlen.

Sehr selten finden sich in dieser Schichte Korallen, von denen eine sich an ein braunes Kalkgerölle anschmiegt und eine kleine Höhlung auskleidet, während sie auf der Rollfläche des Kalkes zerstört zu sein scheint. Ein anderes Fragment fand ich in einem Kalkkonglomeratblock, der in dem Transgressionskonglomerat eingeschlossen war. Er enthielt unter anderem Bruchstücke eines harten Quarzmergelsandsteines, ferner das erwähnte Bruchstück einer stark angeätzten Koralle und ein solches von der Unterseite eines Rudisten (nach einer gütigen Bestimmung Dr. O. Kühns vielleicht zu *Radiolites Mortoni* oder *Sphaerulites angeiodes* gehörig).

Diese Blöcke können leicht als Erosionsblöcke übersehen werden, da ihre Begrenzung gegen das übrige Konglomerat schwer kenntlich ist, zumal der Farbenunterschied ganz wegfällt. Daß aber eine Erosion älterer Kreide tatsächlich stattgefunden hat, beweisen schließlich noch eingeschlossene Kreidemergelkalke vollkommen typischer Entwicklung. Neben den auffallenden glatten Mergelgeröllen fanden sich auch spärlich glatte glänzende Quarzgerölle von Augensteinhabitus.

Über den Fossilinhalt dieses Transgressionskonglomerates behalte ich mir vor, zu berichten, sobald die Aufsammlung in dieser an sich fossilarmen Schichte bessere Erfolge aufzuweisen haben wird.

Auf diesen Konglomeraten liegt eben, nur an einer kleinen Verwerfung etwas vorspringend, eine außerordentlich breite und gleichmäßige Portlandmergelzone, die derzeit rege abgebaut wird und ein ausgezeichnetes Rohmaterial liefert.

Die höchsten Teile des Bruches zeigen, daß die Portlandmergelzone von Romanmergeln überlagert wird, aus der vermutlich jene Proben mit dunkel ausgefüllten feinen Wurmrohren stammen, die ich in diesem Steinbruch sammelte.

Faßt man die geschilderten Beobachtungen zusammen, so ergibt sich, daß sich über flyschähnlichen Mergeln mindestens dreimal der Wechsel von Basalkonglomerat über Portland- zu Romanmergeln zeigt, von denen erstere wohl als der Absatz eines salzreichen, von der

Küste fast nicht beeinflussten Meeresteiles gedacht werden können, während die Romanmergelzone mit ihrer Wechsellagerung von Mergel und Kalkmergel, ihren Kohlenspiuren, Wurmröhren und Fließfiguren als typisches Flyschmeersediment bezeichnet werden muß. Man wird nicht fehlgehen, wenn man diese Sedimentfolge als zyklische Sedimentation eines Epikontinentalmeeres auffaßt.⁴⁾ Innerhalb derselben muß eine Transgression stattgefunden haben, die in der Lage war, bereits verfestigte Kreide abzutragen und ein Basalkonglomerat aufzubauen, deren Gemengteile die größten mir aus der Kärntner Kreide bekannten Dimensionen erreichen.

Nördlich des Pembersers ist ein schmaler Streifen eines Mergel-sandsteines aufgeschlossen, der außerordentlich gut geschliffene, meist weiße Quarze von durchschnittlich 1 cm Durchmesser führt. Selbst in seinen gröberen Lagen lassen sich Orbitoiden finden, wenn sie auch hauptsächlich den feineren Sandmergeln eigentümlich sind. In einem solchen fand ich Bruchstücke eines näher kaum bestimmbareren *Inoceramus* sp. Das gleichmäßige Korn und das Vorwiegen von glänzend poliertem Quarz machen es wahrscheinlich, daß hier Kiese einer längeren Aufbereitung (Restschotter?) zur Ablagerung gelangt sind.

Die Kreideablagerungen am Fuße des Eozäns von Klein-St. Paul (Sittenberg) lassen wenig erkennen, da sie zumeist von Eozänmaterial überrollt sind. Auch auf dem Hornberge sind die Aufschlüsse nicht derart, daß man Sedimentfolgen in dem tektonisch stark in Anspruch genommenen Gebiete näher beobachten kann. Auffällig ist nur, daß im nördlichen Teil noch zahlreiche paläozoische Schiefer in einzelnen Lagen der meist sehr flyschähnlichen Sedimente vorkommen, während im südlichen Teil sich bereits in einzelnen Bänken der Einfluß einer Kalkküste bemerkbar macht.

An ihrem ganzen südlichen Rande hat sich ja die Kreide auf [bereits stark gestörter ?] Trias abgelagert, und es ist ziemlich selbstverständlich, daß ein reichlicher Teil des Absatzmaterials von aufgearbeiteter Trias stammt. Jedenfalls aber hat eine relativ ruhige Transgression stattgefunden, da die größten Triasgerölle kaum über Kopfgröße hinausgehen. Andererseits dürfte aber auch das Relief der Küste noch ein sehr bescheidenes gewesen sein, so daß Geröll meist geringer Größe zugeführt wurde. Allerdings muß betont werden, daß insbesondere der Hauptdolomit als höchst entwickelte Triasschichte zur Bildung größerer Gerölle nicht sehr geeignet war.

Es hat sich aber herausgestellt, daß die Kalkablagerung in den tieferen Teilen der Kreide zwar die Regel ist, daß aber nicht selten und meist ziemlich der Basis zu in einzelnen Lagen eine starke Sedimentierung von Schieferbruchstücken stattgefunden hat; gemischt mit kleinen Kalkblöcken konnte ich den Einfluß einer paläozoischen Küste bis gegen Passering von O her verfolgen; ja es scheint, daß auch in den schlecht aufgeschlossenen Kreideablagerungen nördlich der Launsdorfer Berge eine solche stattgefunden hat. Hier befinden wir uns allerdings nicht mehr weit von der Westgrenze der Trias.

Eine Eigentümlichkeit der Kreidesüdgrenze sind ferner rötliche Mergel, die manchmal mit Salzsäure fast nicht aufbrausen (südlich

Kote 696, östlich Passering), sie liegen stets nahe der vermutlichen Basis der Kreide; rötliche Verfärbungen beobachtete ich auch südlich der Ortschaft Sittenberg im Walde an einem dichten Kalk, die aber wahrscheinlich auf Zersetzung von kleinen Konkretionen zurückzuführen sein dürften. Woher die rötliche Verfärbung dieser Mergel stammt, wage ich nicht vorläufig zu entscheiden.

Auffallend aber ist, daß auch im Kainacher Kreidegebiet die Rotfärbung der Liegendschichten auftritt; L. Waagen,¹²⁾ der sie zuerst feststellte, möchte ihr Verschwinden in den höheren Schichten mit einem Klimawechsel deuten. Auch aus der Gosau [aus dem Kreuzgraben¹³⁾] sind rote Mergel bekannt, die nahe über den Basalkonglomeraten liegen. Ohne auf diese Frage näher eingehen zu wollen, möchte ich immerhin bemerken, das es in der prägosauischen Regressionsperiode sicherlich zur Bildung von Laterit, bzw. Terra rossa gekommen sein mag, die später der Abtragung zum Opfer fielen; jedenfalls ist die gleiche Erscheinung an verschiedenen Orten recht auffällig. [Über die Einschwemmung von Laterit in rezente Flyschsedimente siehe Zuber.¹⁴⁾]

Außerordentlich bemerkenswert ist aber, daß der Einfluß der Triasschichte nur in den tieferen Schichten der Kreide stärker hervortritt: denn bald über der Kalkbank bei St. Florian, die seinerzeit Redlich zahlreiche Radioliten geliefert hat, beginnt eine sehr eintönige Folge von Flyschmergeln, die zumeist sehr kalkarm sind, meist dünnplättig brechen, Kohlenspreu und Fließwülste führen und demnach als Flysch bezeichnet werden können, ohne daß man diesen Begriff hier so weit fassen muß, wie es Zuber⁵⁾ tut. Südlich von Wittwa fand ich in diesen Mergeln ein Bruchstück (Abdruck) eines größeren *Inoceramus*.

Eigentümlich ist das Auftreten von lichtem Glimmer in diesen Flyschschichten. Er findet sich meistens auf Schichtenflächen, die mit solchen wechsellagern, auf denen reichlich Kohlenspreu zu sehen ist. Dieser eigentümliche Zusammenhang läßt sich nicht bloß am Südrand der Krappfelder Kreide verfolgen; er ist noch bei Wietersdorf zu beobachten und ist auch in einem später beschriebenen Aufschluß am Jesenkeberg festzustellen. Jedenfalls macht sich während der Flyschperiode ein Einfluß von Kristallin bemerkbar; ob es sich um einen Transport durch Wasser oder, was wegen der geringen Größe der Glimmer auch möglich wäre, durch Wind¹⁵⁾ handelt, vermag ich nicht festzustellen.

Diese Schichtenfolge zeigt nun Lagen, die Fremdmaterial beherbergen, keinen Kalk, sondern meist feinblättrige und stark zerriebene Tonschiefer; ich muß daher annehmen, daß die Sedimentation, soweit sie überhaupt von der Küste her beeinflusst ist, von O, nicht aber von S erfolgte. Jedenfalls beschränkt sich diese Beeinflussung nur auf dünne Zwischenlagen, die bald rasch, bald langsam in die normalen Mergel übergehen; daß sie aber von O erfolgte, glaube ich, aus einer Kornverfeinerung des Schiefers, die von O nach W scheinbar stattfindet, schließen zu können. Die Schwierigkeit einer eindeutigen Beweisführung liegt darin, daß sich wohl die größere Schichtenfolge, nicht aber die einzelne Schichte auf größere Entfernung einigermaßen verfolgen läßt.

Im Hangenden zeigt sich auch hier eine etwas lebendiger gewordene Sedimentation, die an den Osthängen des Kestelholzberges zu immer kalkigeren Schichten, die schließlich auch Orbitoiden aufnehmen, und an den Hängen „nördlich von St. Florian-Wittwa“ zu reicherer Sedimentierung von Schiefer und vereinzelt und weniger hervortretend auch von Kalk in den Mergeln, die nicht selten Orbitoiden zeigen, führt. Die Schieferstückchen sind -- der Natur des Gesteins entsprechend -- immer ziemlich eckig. Es ist der typische graugrüne Phyllit der benachbarten Berge. Daneben schwarzgrüne Gerölle, wohl Diabas, ferner gut gerundete kleine Quarze. In Lesesteinen, nördlich von Sittenberg fanden sich sogar größere Schiefertrümmer, leider, wie immer in solchen Fällen, schon recht stark verwittert, und in dem mergeligen Zement wurden einige Orbitoiden sichtbar.

Schließlich möchte ich noch das kleine Vorkommen von Kreide am linken Ufer der Görtschitz bei Raffelsdorf (Mösel) erwähnen, weil ich hier in losen Blöcken ein Konglomerat fand, in dem ein Rudistenfragment in einem Kreidemergel als Geröll eingebettet war. Ich dachte ursprünglich an ein etwa tertiäres Konglomerat, glaube aber, nunmehr annehmen zu können, daß es sich auch in diesem Falle um ein Transgressionskonglomerat handelt, das bereits verfestigte Kreide beinhaltet.

Aus all diesen Beobachtungen ergibt sich nun, daß die Sedimentierung der Krappfelder Kreide in durchaus verschiedenem Maße von der Küste beeinflußt war; allerdings müssen wir annehmen, daß das Kreidemeer in ein Gebiet eindrang, dessen vom Meer nicht überdeckte Gebiete dasselbe nur wenig überragte, woraus sich die geringe Reliefenergie ergibt, die ja durch das fast vollständige Fehlen größerer Ablagerungen gekennzeichnet wird. Wir können, glaube ich, aber auch annehmen, daß die Nord- und Ostseite im wesentlichen aus paläozoischen Schiefen und ähnlichen Gesteinen aufgebaut waren und daß vielleicht die nicht geringe Verwitterung der in der Kreide eingeschlossenen Schiefer, insbesondere ihre starke Aufblätterung, nicht erst zur Zeit der gosaischen Transgression oder später erfolgte. Wir ersehen ferner, daß zwar bald nach derselben in einem größeren Teile des Gebietes die Lebendigkeit des Wassers und damit des Gesteinsabsatzes wesentlich nachließ, bzw. in einem Teile zyklisch schwankte. Erst in den höchsten Schichten, die durch das Vorkommen der Orbitoiden gekennzeichnet zu sein scheinen und damit mit den Orbitoiden führenden Schichten des Wienerwaldes vergleichbar sein werden,⁶⁾ wird der Gesteinsabsatz durchwegs lebhafter.

Nur die ziemlich liegenden Schichten haben Versteinerungen geliefert, die den Gosauschichten eigentümlich sind; die darüberliegende Mergelgruppe zeichnet sich insbesondere durch das Vorkommen von Inoceramen aus, hat mir aber in einem blaugrünen Mergel östlich des Vogelbauers südlich Mariahilf, der leider tektonisch nur als verrutschte Partie zu erklären sein dürfte, zugleich mit vollkommen entkalkten Inoceramen auch spärliche Reste von Ammoniten geliefert, die vielleicht zu Scaphites zu stellen sein werden.

Ist dies der Fall, dann wird die faunistische Ähnlichkeit der Krappfelder Kreide mit jener der Kainach etwas größer, wo diese Ammoniten-

gattung nicht allzu selten zu sein scheint.^{7), 8)} Mit dieser Kreideablagerung hat aber das Krappfeld noch gemeinsam, daß Inoceramen auch unter Rudistenbänken auftreten können, wie ich es in Wietersdorf eindeutig fand. Regel ist dies allerdings nicht, denn die den Inoceramen eigenen Mergel stellen sich fast durchwegs erst in höheren Schichten ein, und dies ist ja auch die Ursache, daß die Rudistenvorkommen, als den tieferen Schichten zugehörig, nur am Rande des Krappfeldes häufiger sind, da durch die tektonische Stellung der einzelnen Schollen diese Fossil-schichten in der Mitte des Beckens nirgends aufgeschlossen sind.

Über die Tiefenverhältnisse des Kreidemeeres des Krappfeldes läßt sich derzeit wohl noch nicht viel sagen; jedenfalls mahnt das ziemlich reichliche Vorkommen von Pflanzenspreu in den Flyschmergeln daran, an nicht gar zu große Tiefen zu denken, weil es viel wahrscheinlicher ist, daß ein Teil dieser Mergel brackischen Charakter hat. Es würde diese Annahme vielleicht das Fehlen von Foraminiferen in zahlreichen untersuchten Toneinlagerungen erklären. Zu reinen Süßwasserschichten, wie z. B. in der Gosau oder in der Kainach, scheint es dagegen nie gekommen zu sein, obwohl mir Herr Ing. Philipp Knoch berichtete, daß in den Brüchen der Wietersdorfer Zementwerke einmal ein größeres Kohlenschmitz angefahren wurde.

Wohl aber scheint es sicher nicht in der obersten Kreide zu einer derartigen positiven Strandverschiebung gekommen zu sein, wie sie in den Nordalpen zum Absatz der Nierentaler Mergel geführt hat.

Im Gegenteil: bald nach dem Absatz der orbitoidenreichen Hangend-schichten kommt es zu einer beträchtlichen Sedimentationslücke.

Im südlichen Eozängebiet (Sittenberg) kann man beobachten, daß an der Süd-, bzw. Nordostgrenze die hangendsten Kreideschichten die Basis bilden. Die Ostgrenze ist derart mit Eozänkalken überrollt, daß sich genauere Feststellungen nicht machen lassen, und im W neigen sich zwar auch Orbitoidenschichten dem Eozän zu, doch schmiegt sich in dem von Diluvium nicht bedeckten Gebiete das Eozän nicht an die Kreide, sondern wird durch das Bodental (Bodentalbruch Beck's) von ihr getrennt.

Leider sind die Liegendschichten des Eozäns dieses Gebietes so gut wie unbekannt, so daß wir über die Zeitdauer der Sedimentations-lücke noch nichts wissen; denn die Schurfarbeiten westlich Klein-St. Paul sind nur unwesentlich unter das Hangendflöz gekommen, und lediglich südlich des Pembersers habe ich den bereits erwähnten grauen, foraminiferenreichen, aber nummulitenfreien Ton gefunden, der zu den liegendsten Partien dieses Eozänvorkommens gehören dürfte.

Wesentlich günstiger liegen die Verhältnisse bei Guttaring; hier bilden rote Tone mit Konglomeratbänken die Basis des Eozäns.

Im Gegensatz zu Redlich möchte ich aber nicht eine synklinale Einfaltung des Eozäns in die Kreide annehmen. Denn hiegegen sprechen einige Umstände, die allerdings keine vollkommen sichere Beweisführung zulassen, da die Basis des Eozäns — rote Tone — tektonisch wenig brauchbar ist. Ich wähle wegen der großen Neigung dieser zum Fließen nur zwei Beobachtungen, die auf den Höhen gemacht wurden:

Nördlich Althofen liegt der eozäne Ton, dessen gröbere Bestandteile jenen der hier anstehenden Kreide gleichen, also gleiche Küstenentwicklung anzeigen, auf stark gefalteten graphitischen Phylliten, während im N die Kreidesynklinale des Weindorfer Waldes, im S als Basis der roten Tone Kreidemergel in den Feldern sichtbar wird; der rote Ton hat sich also hier auf einen zwischen zwei Kreidevorkommen hervortretenden Phyllit gelegt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Sonnberg:

Vom Kalkofen bei Althofen lassen sich bis fast zur Höhe beim Höhwirt die Hippuritenbreccienkalke mit Südostfallen verfolgen; auch westlich St. Gertraud fallen die Schichten nach S; beim Kirchlein selbst schmiegen sich die Tone besonders des Eozäns, deutlich an südfallende Kreidemergel, also an deren Schichtköpfe.*)

Weder auf der Ost- noch auf der Westseite des Sonnberges liegen die Tone, bzw. Konglomerate auf Kreide. Bloß am nordwestlichen Flügel steht ein kleines, Redlich scheinbar noch nicht bekanntes Kreidemergelvorkommen an; aber auch hier greift die Basis des Eozäns noch hoch auf die paläozoische Grundlage über.

Ich glaube, aus diesen Beobachtungen den Schluß ziehen zu können, daß das Eozän hier über ein paläozoisches Grundgebirge transgredierte, das früher wenigstens z. T. von Kreide überdeckt war. Es müßte daher postsenon, aber präeozän ein Abriß der Kreide von ihrem Nordrand erfolgt sein.

An eine Erosion möchte ich in diesem Falle nicht denken, da man eine solche quer zum heutigen Talsystem annehmen müßte; außerdem hätte das ganze erodierte Material noch präeozän weggeschafft werden müssen, denn die in den roten Tonen eingeschlossenen Konglomerate weisen keine Kreidegerölle auf; schließlich hätte sich aber an dem gut aufgeschlossenen Hang östlich des Sonnberges sicher noch ein oder mehrere Kreidereste erhalten können.

Schließlich wäre es noch möglich, daß schon die Kreide bei ihrer Transgression einen schmalen Streifen paläozoischer Grundgebirge inselartig freigelassen hat, über welchen erst das Eozän transgredierte.

Immerhin dünkt es mir, wahrscheinlicher zu sein, daß am Nordrand der Krappfelder Kreide postsenon, aber präeozän eine Bewegung stattgefunden hat, die zu einem Abriß der Kreide vom Grundgebirge mit einer Bewegungsrichtung gegen S führte. In die dadurch geschaffene Senke lagerte sich später das Eozän ab.

Diese Bewegung käme etwa der laramischen Faltungsphase zu.

Wenn auch Spengler¹⁶⁻¹⁸⁾ die Regression des Kreidemeeres auf epirogenetische Vorgänge zurückführt, so konnte er doch in den Nordalpen Anzeichen für eine Bewegung feststellen, die in die Zeit von Oberkreide bis Eozän fällt. Auch die Bewegung am Nordrand des Krappfeldes müßte in diese Zeit fallen, den Oppenheim¹⁹⁾ schließt lediglich die Spileccostufe für die Altersbestimmung der Basis des

*) Redlich zeichnet allerdings beim Höhwirt ein Nordfallen ein; da aber alle streichenden Aufschlüsse Süd-, bzw. Südostfallen zeigen, dürfte es sich um eine lokale Erscheinung handeln.

Eozäns aus. Boussac²⁰⁾ allerdings rechnet das Vorkommen mit Ausnahme des Hangendsten dem oberen Lutetien zu.

B. Die Kreide des Lavanttales.

Die Literatur über dieselbe ist außerordentlich gering; außer in den alten Aufnahmeberichten finden sich nur bei Höfer⁹⁾ einige kurze Bemerkungen, die auf leider nicht erschienene spätere Mitteilungen verträsten. In jüngster Zeit hat A. Kieslinger¹⁰⁾ den St. Pauler Bergen die Deutung einer von S gekommenen Schubscholle gegeben.

Außer der starken tektonischen Inanspruchnahme der Lavanttaler Kreide unterscheidet dieselbe sich ziemlich wesentlich von der Kreide des Krappfeldes dadurch, daß alle ihre Gesteinsentwicklungen wesentlich kalkreicher und dadurch härter sind. Auch das Überwiegen von Rudistenbreccienkalken, die im Krappfeld in dieser Art nicht gefunden werden, ist ein hervorragendes Unterscheidungsmerkmal.

Die Gesteinsentwicklung ist fast durchwegs von einer Triaskalkküste bedingt, aber auch im Lavanttale ist die Größe der einzelnen Gemengteile nur gering; sie überschreitet selten Hühnereigröße.

Selten sind Bestandteile anderer Gesteine beigemischt; westlich der Ruine Rabenstein*) fand ich in einem feinkörnigen Konglomerat ein Geröll, das wahrscheinlich Permotrias ist, und in dem großen Aufschluß beim Wagger südlich Kollerhof sind in einer zirka 2 m mächtigen Konglomeratbank auch einige höchstens 15 mm große weiße, gut gerundete Kiesel zu finden. In den nördlichen Teilen des Herzogberges wie in einigen Proben des Rainkogels lassen sich vereinzelt, meist fast ganz zersetzte Schieferstückchen nachweisen.

Im großen aber ist der Einfluß von Triaskalken und Dolomiten überwiegend. Das Bindemittel färbt sich zuweilen, und am Langenberg (Kote 784), Blatt Völkermarkt, bzw. westlich davon liegen eckige Bruchstücke eines dolomithaltigen Kalkes in einer gelblichen Masse. Manchmal hat es den Anschein, als ob es im Gebiet der Lavanttaler Kreide auch zu einer Erosionsperiode innerhalb derselben gekommen wäre; denn sowohl am Kalvarienberg südlich des Herzogberges als auch westlich der Ruine Rabenstein*) sah ich in einem Kalkkonglomerat Gerölle eingebettet, die Kreide zu sein scheinen; leider fehlen mir zur Entscheidung dieser Frage einwandfreie Funde.

Die Kreide des Jesenkoberges.

Die Lavanttaler Kreide zeigt sowohl in den harten Mergeln als auch in den ihr eigenen und so häufigen Rudistenbreccienkalken große Ähnlichkeit mit der Kreide des Jesenkoberges.

Dieses durch die Höhenlage besonders auffallende Kreidegebiet wurde in eingehender Weise zuerst von Heritsch [(besonders¹¹⁾] beschrieben; die in dieser Arbeit noch nicht näher kartierte Nord- und Ostgrenze wurde

*) Nicht zu verwechseln mit dem kleinen Kreiderest „Rabenstein“ zwischen Lavamünd und Unterdrauburg.

im heurigen Jahre durch Herrn Dr. A. Kieslinger festgestellt, der diese Gegend im Auftrage der Bundesanstalt für Geologie aufnahm. Seiner Liebeshwürdigkeit verdanke ich eine Anzahl von Beobachtungen, über die er in den Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 1928/I kurz berichten wird. Ein Teil der Beobachtungen haben wir auf einer gemeinsamen Exkursion gemacht.

Bereits Heritsch scheidet auf seinen Kärtchen der Umgebung des Jesenkoberges eine tiefere mergelige Schichtengruppe von einer Masse bis zu 100 m mächtiger Hippuritenkalke.

Wir können diese Teilung bestätigen, wenngleich eine scharfe Trennung im Gelände schwer durchzuführen ist, da einerseits Übergänge vorhanden sind, andererseits die Überrollung, z. B. an dem stark gestörten Osthang die Verfolgung erschwert.

Außerordentlich interessant ist der Aufschluß, der nahe der Bruchlinie, die am Nordrand des Vorkommens knapp nördlich des Jesenkobauern OW streichend, beobachtet werden kann; hier stehen sehr steil (so wie der Bruch fast saiger!) südfallende Mergel der unteren Schichten-Gruppe an. Es ist eine Schichtenfolge, wie sie im Krappfelde der Romanmergelzone eigen ist: eine rasche Wechsellagerung von härteren Kalkmergelbänken mit sandigeren und tonigeren Zwischenlagen mit den typischen Flyschwülsten des Krappfeldes, mit Wurmröhren, Konkretionen, Pflanzenspreu und ganz wie im Krappfelde mit Glimmer auf den Schichtenflächen dort, wo Kohlenhäcksel nahe ist; es ist eine typische Flyschfolge.

Auffallend ist, daß sie den Basalschichten angehört, die also, wie Heritsch betont, über ganz flaches Land transgrediert sein müssen.

Auffallend ist aber auch, daß in diesem Aufschluß sich keine Spur eines größeren Gerölles oder Gesteinssplitters zeigte, der das Küstengestein verraten hätte. Dies ist um so merkwürdiger, als im Krappfelde die Einwirkung der Küste während der mittleren (Flysch-) Periode wohl wesentlich nachläßt, aber doch fast in jedem Aufschluß in einzelnen Lagen erkennbar ist.

Dagegen zeigen die höheren Partien der Jesenkokreide nicht selten eine Gesteinsentwicklung, die sicher von einer Triasküste beeinflusst ist. Die Mergel sind hart, so wie in der Lavanttaler Kreide, und die Brecienkalke zeigen bunt durcheinander Triaskalk und Triasdolomit in bald größerem, bald feinerem Korn. Auch das häufige Vorkommen von Rudistenzerreißel in den Rudistenkalcken gleicht ganz jenem vom Kalvarienberg östlich St. Paul.

Bei dem starken Einfluß der kalkigen Trias ist es verwunderlich, daß es in der Kreide des Jesenkoberges vollkommen an einem Einfluß von Permotrias, Phyllit oder Dazit zu fehlen scheint, deren Einwirkung wegen ihrer heutigen Nähe doch wahrscheinlich wäre. Diese Tatsache läßt sich schwer erklären, schon deshalb, weil „sich keine zwingenden Beweise für eine Nichtbodenständigkeit ergaben“ (Kieslinger).

Es liegt aber darin einer der gemeinsamen Züge der Lavanttaler Kreide und jener des Jesenkoberges: beide Vorkommen lassen nur die Beeinflussung durch eine Triaskalkküste einwandfrei feststellen und darin

unterscheiden sie sich in hervorragendem Maße von der Kreide des Krappfeldes.

Diese Beobachtung steht mit den Erwägungen A. Kieslingers, der den Nordschub der Lavanttaler Kreide annimmt, in gutem Einklang; denn wäre diese etwa in der Umgebung ihres jetzigen Vorkommens abgelagert worden, so hätte sich entschieden ein stärkerer Einfluß der alten Gebirge der Kor- und Saualpe geltend machen müssen. Waren diese damals jedenfalls noch von sehr geringer Höhe, so beweist doch das Beispiel der Kreide des Krappfeldes, daß es zu einem entschiedenen Einfluß ihrer Küstensäume auf die Sedimentierung der Lavanttaler Kreide hätte kommen müssen — und das ist eben nicht der Fall. Welchen Einflüssen die Kreide des Jesenkoberges es verdankt, daß lediglich eine Kalktriasküste auf sie einwirkt, das möchte ich heute noch nicht entscheiden.

Die vorstehenden Beobachtungen brachten demnach folgende Ergebnisse:

Die bereits von Penecke und Redlich beobachtete Beeinflussung der Krappfelder Kreide durch eine paläozoische und eine Triaskalkküste ist sicher vorhanden; immerhin ist der Einfluß der letzteren wesentlich geringer, wird teilweise von ersterer verdrängt und verliert besonders in der mittleren Schichtengruppe fast alle Bedeutung.

Ihre Schichtenfolge wird am stärksten in den Basisschichten und hangendsten Schichten von der Küste beeinflusst; die mittlere Abteilung gleicht vollkommen den Ablagerungen eines Flyschmeeres (im engeren Sinne).

Die geringe Größe der Fremd Beimengung in den Basalschichten macht eine langsame Überflutung des Geländes und das Vorhandensein eines nur schwach ausgeprägten Reliefs wahrscheinlich.

Diese Überflutung führte kaum zu einer größeren Meerestiefe: die Fauna der Basisschichten weist Küsten(Frischwasser)bewohner auf, die zahlreichen Kohlenspreuschichten der mittleren Abteilung deuten auf Flachsee, und auch die Hangendschichten (neuerlich Frischwasserhorizonte) sind küstennahe Sedimente.

Die Küste erfuhr während ihrer Ablagerung der Kreidesteine keine so wesentliche Hebung, daß eine länger dauernde Reliefenergie ausgelöst worden wäre.

In einem Teil der Krappfelder Kreidetransgression kam es jedoch zu einem mindestens dreifachen Zyklus, der jedesmal mit Transgressionskonglomeraten beginnend zur Ablagerung mächtiger, gleichmäßiger Portlandmergel führt und mit Romanmergel mit zahlreicher Repetitionsschichtung endet.

Im dritten beobachteten Zyklus greift die Transgression bei Wietersdorf und vielleicht auch bei Mösel bereits erhärtete Kreidekalke an; die daraus entstehenden Blöcke (bis 1 m³) sind die größten in der Kärntner Kreide beobachteten Gerölle. Ob es sich um eine lokale Erscheinung handelt oder nicht, konnte nicht festgestellt werden.

Der Einfluß des Kristallins dürfte gering gewesen sein; im mittleren Zeitabschnitt (Flyschperiode) wird er durch Glimmerschüppchen stets unscheinbarer Größe besonders in Schichten, die Kohlenspreu führen,

häufiger, scheint aber nur im südlichen Teil der Kreideablagerungen des Krappfeldes von Bedeutung zu sein.

Einzelne Schichten sind auf größere Entfernung nicht, eine Dreiteilung der ganzen Ablagerung jedoch gut zu verfolgen.

Die Beobachtungen sprechen für eine Autochthonie der Krappfelder Kreide. Es kann demnach eine Transgression des Kreidemeeres von S, bzw. SO angenommen werden.

Die Kreide der Lavanttaler Berge zeigt sich im wesentlichen von einer kalkigen Triasküste beeinflusst; der Mangel einer stärkeren Beeinflussung durch Kristallin und Paläozoikum bestätigt die zuerst durch A. Kieslinger ausgesprochene Ansicht, daß sie zu einer von S gekommenen Schubscholle gehört (Allochthonie der Lavanttaler Kreide).

Der St. Pauler Kreide ähnelt jene vom Jesenkoberg sehr; auch sie zeigt Material von einer kalkigen Triasküste und wird von ihrer heutigen Unterlage kaum beeinflusst. Glimmergehalt deutet die Nähe von Kristallin an.

Süßwasserschichten, wie sie etwa den Randgebieten der Kainacher Gosau eigen sind, konnten in Kärnten bisher nicht nachgewiesen werden.

Nach Absatz der Kreideschichten folgt eine bis zum Lutetien dauernde Trockenlegung; eine in dieser Zeit erfolgte Bewegung am Nordrand der Krappfelder Kreide ist wahrscheinlich, aber nicht sicher beweisbar.

Literaturverzeichnis.

a) Zitiert.

1) K. A. Redlich: Die Geologie des Gurk- und Görttschitztales. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1905, daselbst alle ältere Literatur.

2) Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1927, Nr. 1: Aufnahmebericht des Chefgeologen Dr. H. Beck über Blatt Hüttenberg—Eberstein.

3) K. A. Penecke: Das Eozän des Krappfeldes in Kärnten. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse X C/I, 1884.

4) P. Arbenz: Probleme der Sedimentation und ihre Beziehungen zur Gebirgsbildung in den Alpen. Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1919.

5) R. Zuber: Über die Entstehung des Flysch. Zeitschrift für praktische Geologie, 1901.

6) R. Jaeger: Grundzüge einer stratigraphischen Gliederung der Flyschbildungen des Wienerwaldes. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, VII/1914.

7) W. Schmidt: Die Kreidebildungen der Kainach. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1908.

8) V. Hilber: Fossilien der Kainacher Gosau. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1902.

9) H. Höfer: Die geologischen Verhältnisse der St. Pauler Berge in Kärnten. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, C III/I, 1894.

10) A. Kieslinger: Geologie und Petrographie der Koralpe I. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1926, 135. Bd.

11) F. Heritsch: Beiträge zur geologischen Kenntnis der Steiermark IV. Studien im Gebiet des westlichen Bachers. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1913.

12) L. Waagen: Geologischer Bericht aus dem Kartenblatt Köflach—Voitsberg. Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt in Wien, 1927.

13) I. Felix: Studien über die Schichten der oberen Kreideformation in den Alpen und in den Mediterrangebieten II die Kreideschichten bei Gosau. Paläontographica, 1908, 54. Bd.

14) R. Zuber: Geologische Beobachtungen aus Westafrika. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1911.

15) W. Graf zu Leiningen: Über die Einflüsse von äolischer Zufuhr auf die Bodenbildung. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien, 1916, 8. Bd.

16) E. Spengler: Über die von H. Stille in den nördlichen Kalkzonen der Ostalpen unterschiedenen Gebirgsbildungsphasen. Zentralblatt für Mineralogie, 1927, 4. Bd., S. 138 ff.

17) H. Stille: Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Berlin 1924.

18) A. Tornquist: Intrakretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen. Geologische Rundschau, 1923, 14. Bd.

19) P. Oppenheim: Über einige alttertiäre Faunen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients, 1903, 13. Bd.

20) I. Boussac: Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. pour serv. à l'explication de la carte géol. détaill. de la France, 1911.

b) Außerdem besonders.

O. Ampferer: 1. Über die Gosau des Muttekopfes. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1912.

— 2. Über Kantengeschiebe unter den exotischen Geröllen der niederösterreichischen Gosauschichten. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1916.

— 3. Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik niederösterreichischer Gosaulagerungen. Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 1919.

Ampferer und Ohnesorge: Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandte Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1909.

C. W. Kockel: Die nördlichen Ostalpen zur Kreidezeit. Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft, Wien 1922.

E. Spengler: Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten I und II. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 1912 und 1914.

H. P. Cornelius: Zum Problem der exotischen Blöcke und Gerölle im „Flysch“ des Allgäus. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1924.

A. Fugger: Das Salzburger Vorland. Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt, 1899.

G. Geyer: 1. Über die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1911.

— 2. Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1907.

K. Andréé: Geologie des Meeresbodens, 2. Bd.