Geognostische

Jahreshefte.

Achter Jahrgang.

1895.

Herausgegeben

im Auftrage des Königl. Bayerischen Staatsministeriums des Innern

von

der geognostischen Abtheilung des Kgl. Bayer. Oberbergamtes

in München.

Bayer. Geolog. Landesamt
Bücherei
Inv.No. A 38
8/1895
R 1 Jahr

OBERBERGAMTS
9
BIBLIOTHEK

Cassel.

Verlag von Theodor Fischer.

1896.

Inhalts-Uebersicht.

Dr. Otto M. Reis, Erläuterungen zu der geologischen Karte der Vorderalpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. I. Stratigraphischer Theil. (Karte s. Geogn. Jahresh., VII Jahrg.).

		Seite
Einleitung.	Gesammtprofil der cretacischen und tertiären Schichten	1— 2

A. Cretacische Schichten.

Capitel I.	Die Nierenthaler Schichten	2— 4
„ II.	Pattenauer Schichten	4— 5
„ III.	Gerhardsreuter Schichten	5— 6
„ IV.	Die Hachauer oder Uebergötzreuter Schichten	6—10
„ V.	Beziehungen der erwähnten cretacischen Schichtcomplexe zu einander	10—16
„ VI.	Vergleiche mit dem westlichen bayerischen und den schweizerischen cretacischen Vorkommen	17—19
„ VII.	Vergleichbare Verhältnisse in den Karpathen	19—20
„ VIII.	Die Facies der erwähnten cretacischen Stufen	20—23

B. Das Eocän.

„ IX.	Die Adelholzener Nummulitenkalkfacies	24—26
„ X.	Die Eisenärzter Ausbildung	26—31
„ XI.	Die Kressenberger Facies	31—45
„ XII.	Profilirung des Kressenberger Gebietes nach den Nummuliten . . .	46—51
„ XIII.	Die südliche „Sandnockfacies“ der mitteleocänen Nummulitenschichten	51—57
„ XIV.	Nummulitenschichten bei der Leitenbachmühle	57
„ XV.	Ueber Vorgänge bei der Erzlagerung und Erzbildung (vgl auch Cap. XXIV)	57—73
„ XVI.	Die Farbe der Erztlötze im Zusammenhang mit ihrer Sedimentation .	73—76
„ XVII.	Die obereocänen Stockletten mit Granitmarmor	76—79
„ XVIII.	Faciesentwickelung der obereocänen Stockletten	80
„ XIX.	Die tertiären Grenzsandsteine	81—84
„ XX.	Facieszonen in den Grenzsandsteinen	84—88
„ XXI.	Der Flysch des Gebietes (vergl. Cap. XXV)	88—96
„ XXII.	Zusammenfassung der das vindelicische Ufer und seine Faciesverhältnisse betreffenden Punkte (vergl. Cap. XXV)	96—104
„ XXIII.	Die Tektonik des Gebietes	105—110
„ XXIV.	Nachtrag zu Capitel XV und XVI	110—127
„ XXV.	Nachtrag zu Capitel XXI und XXII	127—155

Erläuterungen

zu der

Geologischen Karte der Vorderalpenzone

zwischen Bergen und Teisendorf

von

Dr. Otto M. Reis.

In den Jahren 1890 und 1891 wurden die damaligen Berg- und Salinenpraktikanten H. Rottacker und Gruber dienstlich beauftragt, durch Aufsammlungen und Untersuchungen im Grünten- und Kressenberg-Gebiet neue Aufschlüsse und weiteres Material zur Beurtheilung der Frage über das Verhalten der Nummulitenführenden Schichten zum Flysch und anderen zunächst liegenden Schichtengliedern zu gewinnen, nachdem bereits durch meine Bearbeitung der Korallen von Reit in Winkel (Geogn. Jahreshefte 1889) die Flyschfrage, als auch die Frage nach dem Verhältniss der Reiter-Schichten zu den tieferen Nummuliten-Schichten, so weit bayerische Vorkommen in Betracht kommen, angeschnitten war.

Inzwischen hatte auch Dr. Joh. Böhm seine Untersuchungen über das westlich vom Kressenberg, nach Siegsdorf und Bergen zu liegende Gebiet in einer stratigraphischen Einleitung zu der Bearbeitung der Gerhardtsreuter-Fossilien (Palaeontographica. XXXVIII. 1891) veröffentlicht, in welcher mehrere interessante Thatsachen festgestellt wurden. Ich erhielt nunmehr den Auftrag, diese Gebiete in einer umfassenden Aufnahme zu bearbeiten; innerhalb dieser Aufnahmszeit hatte ich mich zweimal des anregenden und unterrichtenden Besuchs von Herrn Oberberg-Direktor Dr. v. Gümbel zu erfreuen und konnte auch als sein Begleiter die interessanten Aufschlüsse bei Mattsee und am Fähnern studiren.

Auch Herrn Dr. Joh. Böhm schulde ich für die Ueberlassung seines ganzen Materials aus dem Tertiär der Siegsdorfer Gegend und die freundliche Führung bei einer ersten gemeinsamen Begehung seiner Karte vielen Dank.

I. Stratigraphischer Theil.

Gesammtprofil der cretacischen und tertiären Schichten.

1. Als tiefsten Complex lassen sich die **Nierenthalschichten** bezeichnen, welche in eine untere und obere Abtheilung zerfallen: a) die unteren graugrünen Mergelschiefer, welche hier und da Sandsteineinlagerungen zeigen, b) die oberen röthlichen Mergelschiefer, welche in einer südlichen Zone wahrscheinlich die Vertretung der höchsten alpinen Kreideschichten 2) und 3) darstellen.
2. Die **Pattenauerschichten** als graue versteinerungsreichere Mergel, welche in ihrer Facies nach Süden zu verschwinden.
3. Die **Gerhardtsreuter** (Götzreuter) **Schichten,** welche von Norden nach Süden an ihrem Versteinerungsreichthum, als an Mächtigkeit allmälig abnehmen.
4. Die **Hachauer** oder **Uebergötzreuter Schicht,** eine neu zu charakterisirende und in ihrer Fauna sich wesentlich von den Götzreuter Schichten unterscheidende Bank, als oberste Kreidebank.
5. Darüber folgen die **untersten Tertiärschichten** in meist versteinerungsleeren Lettenschiefern und Sandsteinen und ihrer südlichen Flysch-Facies.
6. Die **Kressenberger Schichten** mit den rothen und schwarzen Eisenerz-Flötzen und ihren „Mittellagen".
7. Die **Adelholzener Schichten** (im Kressenberger Gebiet über den schwarzen Flötzen), welche in der nördlichsten Zone ohne Zwischenlagerung von 4), 5) und 6) unmittelbar auf der Gerhardtsreuter Kreide auflagern.
8. Die oberen **Stockletten** mit dem Granitmarmor (Neubeurer Marmor).

A. Cretacische Schichten.

Capitel I. Die Nierenthalschichten.

Die untere Abtheilung besteht aus graugrünen Mergelschiefern, welche die Hauptmasse dieses Complexes bilden und fast an allen Stellen, wo in der Karte Nierenthalschichten verzeichnet sind, die ganzen Aufschlüsse ausmachen; sie führen die aus ihnen bekannten Versteinerungen nur als Seltenheiten. Fast nirgends fehlen aber die schwärzlichen länglichen Flecken und die *Taonurus*- (resp. *Münsteria*-) Durchschnitte. Das Gestein ist also ein heller Fleckenmergel, welcher seltener in einen reineren Fleckenkalk übergeht. Charakteristisch sind (den Kalkgehalt der Mergel verrathend) die mit Rutschstreifen versehenen Kalkspatherfüllungen kleinerer, das Gestein massenhaft durchsetzender Spalten, die an grösseren Aufschlüssen meist wie Spähne auf einem Zimmerplatz umherliegen.

Seltener sind in unserem Gebiet sandige Einlagerungen, wie dies aus österreichischen Vorkommnissen bei Salzburg bekannt ist; im Katzenlochgraben (erstes Anstehen der N.-Th.-sch. von unten), im Hachauer Graben (unterstes Anstehen) und den obersten Steingrabenendigungen habe ich solche Einlagerungen, theilweise mit Wellenzeichnungen, beobachtet (bes. Hachauer Graben). Es sind dies graulich-weissliche, sehr feinkörnige, feinglimmerige, nicht sehr harte

Kalksandsteine oder eigentlich nur feinsandige Kalke (mit geringem Glaukonitgehalt) in unregelmässig schaliger Lagerung; dies zeigt eine Annäherung an die Flyschfacies. Man hatte auch früher alle diese Fleckenmergel dem Flysch beigezählt; nachdem man aber auf ihre Einschlüsse aufmerksam geworden ist, fand man auch, dass eigentliche Fleckenmergel im Flyschgebiet immer nur an der unteren Grenze des Flysches auftreten und von ihm faciell sehr wohl getrennt gehalten werden können; besonders ist dies möglich durch das häufige Auftreten einer gleich zu besprechenden oberen Abtheilung in diesen Mergeln; hierdurch wird der Flyschbegriff um ein Glied ärmer und zu leichterer Handhabung etwas beschränkter. Zu den Nierenthalsandsteinen gehören auch wahrscheinlich die im weissen Traunthal bei Grub an der Verwerfung gegen die Kalke der Stockletten hin auftretenden, neben dem Ufer anstehenden sandigen Kalke, welche man leicht zu ersteren rechnen könnte.

Die obere Abtheilung der Nierenthalschichten: röthliche, weisslich-grün gefleckte Mergel (v. Gümbel's „bunte Mergel", vgl. Geog. Besch. d. b. A. S. 538), welche in klotzigen Bänken (aber auch unregelmässig schieferig zerfallend) entwickelt ist, findet man zumeist unter dem Flysch aufgeschlossen, so hauptsächlich in den Gräben des Südwesthangs des Sulzbergs, dem Lechner Graben, am Lechner selbst, in den obersten Ausläufern des Hachauer Grabens, im Dürrgraben, am Nordwesthang des Teisenbergs und bei Höglwörth im Lohsteiggraben. Ausserhalb des Flyschgebiets fand ich sie noch im westlichen Steingraben, unter den flyschartigen Sandsteinen von Achthal und Ober-Teisendorf (Stecher Hang). Diese Mergel haben aber hier einen geringeren Kalkgehalt (Mergelthone), zerfallen weniger schiefrig, sondern mehr muschelig-schalig. Die oberen rothen Lagen zeigen sich auch im weissen Traunthal bei Grub; am nördlichsten Punkt des Uferaufschlusses treten als Tiefstes die erwähnten grauen sandigen Kalke auf; dann folgen die graugrünen Mergel, sodann die röthlichen Schichten. Es ist hier gleich zu bemerken, dass trotzdem die Längsverwerfung nach den Stockletten zu (Profil S. 4 als V nummerirt), dieselbe wie bei V des Scharhamer Berges zu sein scheint, doch der Nierenthalcomplex im Traunthal nicht dem westlichen entsprechen muss. In diesem Theil des Traunthas sind vielmehr die Anzeichen eines grossen Einbruchs vorhanden, und ich halte die Nierenthalschichten bei Grub in ihrer Ausbildung mehr dem Lechner-Schoenecker Complex der Nierenthalschichten genähert, welcher das Liegende des hier weit nordöstlich vorgeschobenen Flysches bildet.

Im vorliegenden Flyschgebiet sind die oberen rothen Lagen besonders versteinerungsarm; dagegen führen sie im Mauslochgraben bei Reichenhall-Hallthurm *Belemnitella mucronata* d'Orb., *Inoceramus* spec., *Gryphaea vesicularis* Lam. (kleinere Form wie in den Gerhardsreuter Sch.), *Ostrea ungulata* Lam., *Ostrea curvirostris* Nils., *Ostrea acutirostris* Nils., *Ostrea subuncinella* J. Böhm. Der in v. Gümbel's Beschr. d. b. A. S. 559 erwähnte *Micraster coranguinum* tritt verkieselt in einem weisslichen sandigen Kalkgestein auf, welches den sandigen Kalken der tieferen Abtheilung angehören muss (vgl. v. Gümbel's G. B. d. b. A. Gesteinsbeschaffenheit der Kreidezone. S. 538. No. 91).

Seltener haben die obersten Lagen dieselbe Färbung, wie die tieferen, sodann ist es unmöglich, eine Trennung durchzuführen. Die von J. Böhm l. c. S. 9 mitgetheilten Fossilien stammen auch mehr aus den oberen Lagen der unteren Abtheilung.

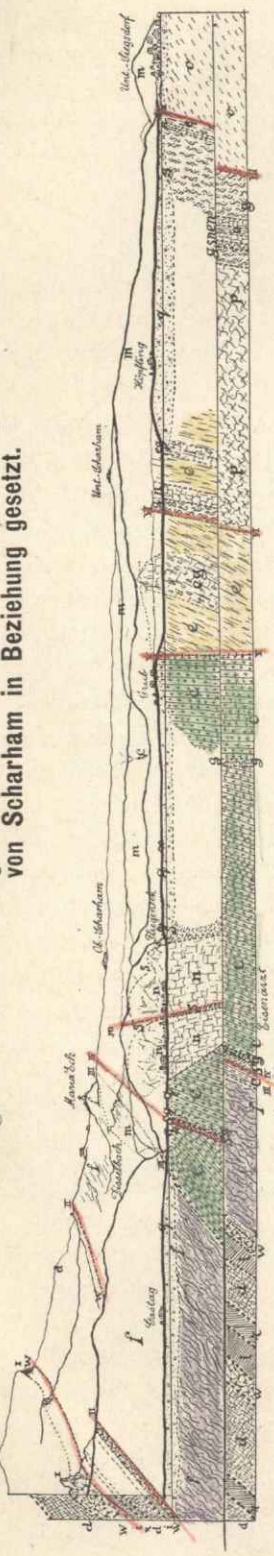


Fig. 1. **Profil von Siegsdorf über Eisenärzt bis zum Edersgraben mit dem Profil am Westhang von Scharham in Beziehung gesetzt.**

d Hauptdolomit), w (Rauchwacke), i (jurassische Schichten), r (rhaetische Schichten), c (Nierenthalschichten), g (Götzreuter- und Hachauer-Schichten) s (untereocäne Grenzsandsteine), f (Flysch), n (mitteleocäne Adelholzener- und Eisenärzter-Schichten), e (obereocäne Stockletten). o (Molasse), m (erratisches Diluvium), 9 (diluviale Thalterrasse). — — — — Schichtgrenzen, — | — | — Verwerfungen.

Die gleiche Folge von rothen und grauen Schichten von oben nach unten haben von Gümbel und Fugger auf der Nord- und Westseite des Untersberges nachgewiesen, wo das obere Eocän darauf folgt, wie in unserem Gebiete in der südlichen Zone der Flysch oder das untere resp. mittlere Eocän. Es ist aber gleich zu bemerken, dass die Nierenthalschichten in einer nördlichen Zone nicht unmittelbar unter Flysch oder bestimmbarem Tertiär lagern, sondern von höheren Kreideschichten, den sog. Pattenauer Mergeln und Gerhardtsreuter Schichten überlagert sind. Alle drei Gesteinsarten sind in dem Pattenauer Stollen von Norden nach Süden durchfahren worden und liegen aus den Nierenthalschichten daselbst der *Micraster gibbus* Ag. und Des., *Ostrea curvirostris* und eine schwer bestimmbare, offenbar neue *Inoceramus*-Art vor, welche übrigens auch in den eigentlichen Pattenauer Schichten des Stollens häufig auftritt.

Wo nun die beiden letzteren Schichtcomplexe mit den Nierenthalschichten auftreten, besonders da fehlt durchaus die obere rothe Abtheilung derselben, worauf wir unten eigens zurückkommen.

Capitel II.

Pattenauer Schichten.

Zu der mehrfach gegebenen faunistischen Charakteristik dieser Mergel habe ich fast nichts hinzuzufügen; sie führen stets das *Haplophragmium grande*, das in den Nierenthalschichten fehlt; an einer Stelle (Schwarzberggraben — Seitengr.) zeigen sie die Facies von Fleckenmergeln und führen auch spärlich *Taonurus*, worauf wir unten zurückkommen. Aufgeschlossen sind sie im Siegsdorfer Gebiet im unteren grossen Schmidwald-Oberwaldgraben und neben dem Weg Galling - Oberscharham in ziemlich grosser Mächtigkeit; sodann treten sie wieder im Katzenlochgraben und nördlich von St. Johann auf, hier offenbar in der Fortsetzung der Lagen im Pattenauer Stollen; weiterhin im „Winkl" des Leitenbachs, westlich Ober-Teisendorf und am Ausgang desselben, also überhaupt in der nördlichen Zone. Südlich kenne ich sie nur in dem Schwarzberg-Seitengraben, aber wie erwähnt nicht mehr typisch.

In dem ganzen nördlichen Verbreitungsbezirk bleibt die petrographische Facies durchaus dieselbe; es ist ein sandarmer bis sandfreier, glimmerloser und an sonstigen auffälligen Gemengtheilen ganz armer, blaugrauer bis aschgrauer Mergel und stellt durchaus eine Schlammfacies der mit ihnen eng verbundenen, überlagernden und nahezu dieselbe Fauna beherbergenden Gerhardtsreuther Schichten dar. Der Faciesänderung gemäss ist bei den Pattenauer Schichten nur die Artenzahl eine bedeutend geringere, und wenig eigene Arten beweisen auch eine gewisse zeitliche Verschiedenheit, welche der Lagerungsfolge entspricht.

Capitel III. Gerhardsreuter Schichten.

Sie sind im Gegensatz zu dem vorhergehenden Complex in der nördlichen Zone stets feinsandige, feinglimmerige Mergelthone von derart auf weite Strecken zu beobachtenden gleichmässigen Habitus, dass sie nur das Produkt eines sehr intensiven aber sehr ungestört wirkenden Schlämmprocesses sein können, das wohl nicht fern von der Küste zur Ablagerung gekommen ist. Bemerkenswerth ist, dass nur hie und da eine kalkige Verfestigung zu beobachten ist, die z. B. im Gerhardtsreuther Graben selbst, wenige Meter von dem auflagernden Eocän, als eine $^1/_3$ m dicke splitterige Kalkbank auftritt; diese stärkste Kalkablagerung, welche in vielen Muscheln die Fauna der Gerhardtsreuther Schichten beibehält, liegt ungefähr an der Grenze einer unten definirten nördlichen und südlichen Zone. Die zuoberst liegenden Schichten zeichnen sich an mehreren Stellen, ohne ihre Fauna zu ändern, durch starke Zerklüftung und starken Eisen-Anflug über den Kluftflächen aus; mit einer auch hierbei stattfindenden inneren Verfestigung sind die Schalen ausgelaugt und es ist ihre Skulptur oft in den schönsten Abdrücken erhalten. Dieser Process hat jedenfalls von oben nach unten und zwar vor der Aufrichtung des Gebirges stattgefunden; da aber in dem weiten Verbreitungsgebiet ringsumher keine eisenhaltigen Schichten, sondern nur stark kalkige Sedimente den obersten Götzreuter Schichten auflagern, so scheint er mir von diesen Ablagerungen stattgefunden zu haben. Hiermit ist zu bemerken, dass nach Abschluss der Kreide in dem ganzen Nordgebiete eine Pause in der Sedimentirung eingetreten ist und daher bei ausgebreiteten Austrocknungen auch Zerklüftungen der Götzreuter Mergel und an anderen Stellen in stagnirenden Wässern eine Anreicherung an Eisenverbindungen statthaben konnte. Letzteres würde auf die inzwischen in der südlicheren Zone sich bildenden Eisenerzflötze hinweisen.

Dafür spricht ganz besonders der von Schafhäutl beschriebene und unrichtig verwerthete *Belemnitellen*-Fund*) in einem der rothen Kressenberger Flötze; da dieselben, wie ich unten nachweisen kann, ihre faunistischen Einschlüsse von Norden oder Nordosten her bezogen haben und hier die Pattenauer Schichten oder Nierenthalschichten, aus welchen dies Fossil entnommen sein könnte, von den Götzreuter Mergeln überdeckt sind, so mussten auch zu gleicher Zeit schon Erosionen der letzteren stattgefunden haben, die nicht unterseeische gewesen sein konnten. Im Süden, der sicheren „subalpinen Uferzone" sind, wie die Aufschlüsse am Untersberg deutlich beweisen, die Nieren-

*) Vgl. v. Gümbel, Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1865. S. 151 und Joh. Böhm, Palaeontographica. XXXVIII. S. 47.

thalschichten nach Abschluss ihrer obersten Lagen dem Sedimentirungsboden entzogen worden, da auf ihnen erst die Gesteine des höheren Eocäns oder gar Unteroligocäns auflagern; wir haben also auch hier die Thatsache einer gleichsinnigen Bewegung zu verzeichnen, welche im Norden unseres Gebiets die Gerhardtsreuter Schichten trocken gelegt haben kann (vgl. unten).

Der Hauptstrich der Versteinerungen führenden Aufschlüsse ist WSW.-ONO. und hält sich ziemlich an die nördlichste Verbreitung der Schichten; Hauptpunkte sind ein kleiner, durch Bergrutsch aufgedeckter Aufschluss bei Sonneiten, mit den Götzreuter Graben durch weniger reiche Fundstellen am Bichler Graben, einen Kellerbau bei Galling und einer Brunnengrabung bei Venusberg (Hohlweg bei Höpfling und Siegsdorf, vgl. v. Gümbel's G. B. d. b. A. 1861. S. 557) verbunden. Geringer ist die Ausbeute in den Molbertinger- und Wollsberg-Graben, dagegen wieder recht reichlich im Leitengraben bei Ober-Teisendorf und bei der Starzer Mühle, südlich von Wimmern beim Markt Teisendorf (vgl. Emmerich Sitzber. d. k. k. A. d. W. Wien 1861. S. 22)*). Das hiervon südlich gelegene Verbreitungsgebiet zeigt keine versteinerungsführenden Aufschlüsse, obwohl diese nicht gerade selten sind. Dagegen treten in ihm wieder petrographisch einige Aenderungen ein, zuerst an der Grenze beider Gebiete die schon oben erwähnte Kalkbank, und besonders eine sehr bemerkenswerthe Abnahme der Mächtigkeit, welche sich bis zu gänzlichem Verschwinden nördlich vor der Flyschzone steigert. Auf den Modus dieses Verschwindens werden wir unten zurückkommen, nachdem wir einen weiteren der nordsüdlichen Gesteins- und Ablagerungs-Unterschiede der oberen Kreide, die Uebergötzreuter Schicht besprochen haben.

Capitel IV. Die Hachauer oder Uebergötzreuter Schichten.

Ich bespreche unter dieser Bezeichnung mehrere Aufschlüsse einer neuen Schicht der alpinen oberen Kreide bezw. des alpinen Maestrichtien, wohin nach Joh. Böhm die Götzreuter Schichten zu stellen sind; dieselbe hat zwei verschiedene Entwickelungen.

Im Katzenlochgraben (unterstes Anstehen) bei Hachau und in einem kleinen Graben bei Eisenärzt-Hörgering steht an der oberen Grenze der Gerhardtsreuter Schichten und überlagert von Glimmer-reichen, Pflanzenfragmente führenden Sandsteinen des unteren Tertiärs eine Bank an, welche sich durch eine eigenthümliche Fauna und durch eigenen petrographischen Habitus von den unterlagernden Schichten streng unterscheidet. Sie tritt blos in der erwähnten südlichen Zone auf, also da, wo die Gerhardtsreuter Schichten schon fossillos geworden sind.

Im ersten Graben ist die Schicht eine geschlossene Bank und bildet da einen sehr grobkörnig-quarzführenden wechselnd glimmerreichen, schwach glaukonitischen, sehr harten, grauen Kalksandstein von 1 m Dicke, in welchen die Fossilien mit ihren Schalen sehr wohl erhalten sind. Im zweiten Graben finden sich nur an der Grenze der oberen schwarzen Mergel zerstreute, grosse und kleine Brocken eines ursprünglich gleichgearteten Sandsteins, der

*) Der „schwarze Mergel in mehrfacher Wiederholung bis zum Bahnhof Teisendorf" (vgl. auch J. Böhm Pal. XXXVIII. S. 29) gehören indessen nicht mehr den Gerhardtsreuther Schichten an, sondern den eocänen „Achthaler Sandsteinen" (vgl. unten).

aber nun sehr stark zersetzt ist; seine Farbe ist braun, zeigt örtliche Anreicherungen von Eisen und Schwefelkies-Schwartenzügen und seine Fossilien sind bis auf die *Monomyarier* sämmtlich ausgelaugt; daher ist auch das Gestein nun sekundär mit Kalkspath stellenweise ganz durchsetzt und hie und da Schalenhohlräume mit Kalkspath-pseudomorphosen nach den alten Schalen erfüllt.

Die Fauna ist durch folgende Fossilien charakterisirt:

Gryphaea vesicularis Lam.
Alectryonia ungulata Schloth. sp.
Exogyra Matheroniana var. *auricularis* Lam.
Exogyra sublaciniata n. spec.
Plicatula subaspera n. sp.
Spondylus striatus Lam.
Lima semisulcata Dsh.
Pecten undulatus Nils.
— *spathulatus* A. Roem.
— *aff. squamifer* Gein.
Vola sexangularis d'Orb. sp.
— *Dutemplei* d'Orb. sp.
— *quinquecostata* Low sp.
— *striatocostata* Goldf. sp
— *quadricostata* var. *sexcostata* n. nom.
— *fissicostata* n. sp.
Avicula aff. anomala Sow.
Gervillia solenoides Defr.
Pinna aff. Cottai Gein.
Arca trigonula Zittel.
Cucullaea Gosaviensis Zittel.
— *Zitteli* n. sp.
Pectunculus rugatus n. spec.
— *Guembeli* n. spec.
Trigonia Troniensis n. spec.
— *aff. limbata* Zittel.
Cardita granigera Gümb.
Astarte similis Münst.
— spec. indet.
Opis Ammoni n. spec.
— *densirugata* n. spec.
Crassatella Boehmi n. spec.
Chama spec. ind.
Chama Haueri Zittel.
Cardium bifenestratum n. spec.
— *grossefenestratum* n. spec.
Cyprina aff. bifida Zittel.
Tellina (*Linearia*) *subbiradiata* n. spec.
— *Hachauensis* n. spec.
— *subdonacialis* n. spec.
Solen spec. indet.
Panopaea spec.
Liopistha aequivalvis Goldf. spec.
Dentalium multicanaliculatum Gümb.
Turbo scalariformis Binkh.
Trochus spec. indet.
Turritella aff. *laeviuscula* Low.
— *sublineolata* n. spec.
— aff. *disjuncta* Zk.
Cerithium subchiemiense n. spec.
Pleurotoma formosa Binkh. spec.
Voluta deperdita Goldf.
Fusus aff. *Renauxianus* d'Orb.
— aff. *baccatus* Zk.
— *subbulbiformis* n. spec.
Aporrhais rapax J. Böhm.
Hippochrenes cretacea n. spec.
Lispodesthes grandis n. spec.
— aff. *Schlotheimi* Roem. spec.
Pollia crassistriata n. spec.
Tritonium Koninckı Binkh.
Serpula involuta n. spec.
Rhynchonella plicatilis Sow. (var.)
Oculina spec.
Trochocyathus spec.
Orbitoides spec.
Oxyrrhina spec.

Was hiernach zuerst zu betonen wäre, das ist die grosse Verschiedenheit dieser Fauna von der der darunterliegenden Götzreuter Schichten; von den 66 Arten kommen nur acht in den unmittelbar darunterliegenden Schichten vor, welche ausserdem an den beiden Stellen der südlichen Zone, an welchen die genannten Fossilien gefunden wurden, überhaupt schon ganz fossillos geworden sind; — es gehören also nur acht den Götzreuter Schichten an; dennoch sind drei zum Theil gerade Fossilien, welche im Verein mit der *Lima semisulcata* Desh., *Voluta deperdita* Goldf. (Kunraed bei Aachen), *Pleurotoma formosa* Binkh. spec.

(Kunraed), *Turbo scalariformis* Binkh. (Kunraed), für diese beiden engstens verwandten Schichtcomplexe — die Maestrichtstufe darthun; auch die bei Aachen etwas tiefer auftretende *Liopistha aequivalvis* Goldf. kommt noch bei Kunraed vor.

Die zum ersten Male im alpinen Gebiet gefundene *Vola sexangularis* d'Orb. spricht nicht wenig für diese Stellung; sie ist im Senon der Pyrenäen mehrfach gefunden und Vaillant erwähnt sie auch in dem Profil vom Gebel Atakah bei Suez, „dem nördlichsten Punkt der arabischen Wüste, wo die obere Kreide zum Vorschein kommt;" hier wird bei Nr. 4 des Profils (vergl. v. Zittel, Palaeontographica XXX S. 82), welche Stelle der Grenze von Maestrichtien und Danien entspricht, die *Vola sexangularis* d'Orb. mit *Ostrea ungulata* Schloth. (*larva* Lam.) zusammen erwähnt; genau so wie es in unserem Gebiete der Fall ist. Dass wir aber in der Maestrichtstufe einer hohen Region angehören, dafür spricht *Tritonium Koninckı* Binkh., welches auch in der Pisolithkreide von Frankreich (Vigny) vorkommt.

Mit dem genannten faunistischen Unterschied von den Götzreuter Schichten ist auch zugleich ein Anklang gegeben, nämlich ein solcher an die Fauna der Gosauschichten. Die *Gryphaea vesicularis* liegt nicht in den Formen vor, wie sie in den Götzreuter Schichten auftritt, sondern in der Abart der Gosauschichten. *Exogyra Matheroniana* (var. *auricularis* Lam.) ist für Gosau bezeichnend. *Plicatula subaspera* steht der Gosauform nahe, ebenso *Tellina subbiradiata. Cucullaea Gosaviensis, Arca trigonula, Chama Haueri, Fimbria coarctata; Turritella laeviuscula,* (— (?) *disjuncta*) sind selbst Gosauspezies; kurz der Gesammtcharakter der Fauna lehnt an den der Gosaufauna an und beweisst die Fortdauer ähnlicher Lebensbedingungen in die höhere Senonzeit hinein.

Die besprochene Schicht ist nun nicht nur in unserem Gebiete auf die beiden Fundorte beschränkt, sondern war früher auch noch bei Plerreit, einem Hof zunächst dem Kressengraben, aufgeschlossen. Das palaeontologische Museum in München besitzt aus der Pauerschen Sammlung noch eine Anzahl Gesteinsproben eines sehr eisenschüssigen, mürben, feinkörnigen glimmerigen Sandsteins, welcher ausser Abdrücken einer grösseren Anzahl von *Pecten spathulatus* auch noch solche der *Exogyra sublaciniata* enthält*). Das letztere Fossil kommt auch bei Tölz vor, wo es Herr Hans Imkeller einsammelte; von diesem, meinem Freunde zu Rathe gezogen, konnte ich auch noch durch weitere Funde die Vergleichbarkeit des Vorkommens mit der in Rede stehenden Schicht feststellen, worüber Herr Imkeller selbst berichten wird. Im Grünten-Gebiet ist diese Schicht vertreten durch die Oberstdorfer Glaukonit-Sandsteine, welche v. Zittel zuerst ausgebeutet und stratigraphisch definirt hat. Ich habe daselbst in einem Graben bei Berghofen die für unsere Schicht recht charakteristische *Plicatula subaspera* n. sp. nachweisen können; weitere Beweise der Gleichheit folgen unten bei der Besprechung der zweiten Facies dieser Schichten.

*) Zu derselben Schicht rechne ich auch einen *Echinocorys vulgaris*, welchen Dr. Joh. Böhm in einem der ersten Seitengräbchen des vorderen Steingrabens als Findling gesammelt hat, wo Götzreuter Schichten der gewöhnlichen petrographischen Ausbildung anstehen, darüber aber eine glaukonitische Kalksandsteinbank eingeschaltet ist. Den dem Fossil anhängenden Gesteinsfragmenten nach stammt es nämlich aus einem grauschwarzen, etwas glaukonitischen, grobkörnigen, schwach mergeligen Sandstein mit grossen Glimmerblättchen, was nicht auf eine Herkunft aus den Götzreuter Schichten, vielmehr auf die erwähnte Bank hinweist, welche auch petrographisch unserer obigen Schicht sehr nahe steht.

Als eine Faciesbildung dieser Schichten betrachte ich nun die folgenden mit den Götzreuter Schichten eng verbundenen Aufschlüsse 1) in den Seitengraben des Leitenbachs nördlich vom Hof Schnaid, nordöstlich von Neukirchen, 2) in dem Blasergraben, einem südöstlichen Seitengraben des Habachs bei Hachau im Rothe-Traun-Thal (vergl. das Kärtchen des Hachauer Einbruchgebiets im Kapitel über die Tektonik).

In ersterem Graben haben wir einen Aufschluss, der südlich Götzreuther Schichten in typischer Mergel-Entwicklung mit *Amussium inversum* Nils., *Leda Zitteli* J. Böhm, *Leda discors* Gümb., *Tellina* spec., *Margaritella Kokeni* J. Böhm, *Cylichna subalpina* Gümb. sp. zeigt. Nördlich tritt mit einer kleinen Uebergangszone ein gelbgrüner, glaukonitischer Mergel in 6—7 m Mächtigkeit auf; er ist kleinglimmerig und schwach sandig, aber hier ganz ohne grösseres Korn. Die Fossilien sind im Allgemeinen nicht gut erhalten, doch liess sich folgende Fauna zusammenstellen, welche, wie ich ausdrücklich bemerken will, aus einem 1—2 cbm grossen Loch im Streichen eines und desselben fossilienreichen Lagenzugs in diesem Aufschluss gewonnen wurde. Ich führe auch die bis jetzt noch nicht genauer bestimmbaren Arten an, um den Charakter der Fauna im Allgemeinen zu kennzeichnen:

Gryphaea vesicularis Lam.
Exogyra lateralis Nils.
Spondylus striatus Lam.
Arca Leopoliensis Alth.
— *glyphus* Joh. Böhm.
Leda Reussi Gümb.
Nucula subredempta Joh. Böhm.
Protocardium procaenum n. spec.
Natica cretacea Goldf.
Solarium Lartetianum Leym.
Pleurotomaria spec. (Fragm.)
Trebratulina striata Whlberg spec.
Terebratula spec.
Nautilus depressus v. d. Binkh.
Aturia prozigzag. n. spec.
Diblasus bavaricus n. spec.
Cycloseris spec.
Calamophyllia spec.
— spec.
Flabellum spec.
Parasmilia centralis M. E. u. H.
Trochocyathus subverrucosus n. spec.
— spec.
Haplophragmium hachauense v. Gümb.
Orbitoides spec.
Oxyrhina angustidens Reuss.
Clupeiden-Reste.
Echiniden-Stacheln.

Neben allgemeineren Kreidepetrefakten und solchen, welche auf den nahen Zusammenhang mit den Götzreuter Schichten verweisen, haben wir besonders der *Terebratulina striata* zu gedenken, welche bei uns nur noch im Oberstdorfer Grünsandstein vorkommt, der im Grüntengebiete dem allerobersten Kreidehorizont darstellt. Dasselbe Fossil kommt auch mit *Orbitoiden* bei Maestricht vor; die *Orbitoides* spec. ist keine tertiäre. Auffallend ist in obiger Liste die Erwähnung des Genus *Aturia*, welches bis jetzt nur aus tertiären Ablagerungen bekannt ist; die Bestimmung ist sicher, da eine Präparation der *Siphonalduten* möglich war. Nur Verhältnisse des Lobus unterscheiden die Art von *Aturia zigzag* aus dem Eocän. Das Auftreten dieser Gattung in der alpinen oberen Kreide ist von hohem Interesse und zeigt besonders, dass die Lager, in welchen er vorkommt, den höchsten Schichten beizuzählen sind. Dies geht aus diesem Aufschluss gerade nicht ganz hervor, da hier die Glaukonitmergel nördlich von den Götzreuter Schichten liegen, dem südlichen Einfallen nach also unter denselben zu folgen scheinen. In der Umgebung des Leitenbachs haben aber besonders nördlich die über einander folgenden jüngeren

Glieder die südnördliche Reihenfolge, statt wie meist die nordsüdliche. Diese kann aber von einer falten- oder muldenartigen Wiederholung herkommen; und in der That finden wir im Blasergraben bei Hachau dieselben Glaukonitmergel südlich von den Götzreuter Schichten, d. h. über ihnen gelagert. Hier zeigen sich die Mergel etwas glimmereicher und die Sandbeimengung ist etwas grobkörniger, wie in einem zweiten Seitengraben des Leitenbachs bei Schnait. In letzterem Aufschluss ist der Glaukonitgehalt ganz ungleich stärker, die Versteinerungen sind spärlicher. Im Blasergraben findet man nur das kleine *Haplophragmium Hachauense* v. Gümb. wieder, welches diese Schicht charakterisirt; daselbst zeigt sich auch den Mergeln eine glaukonitische Kalkbank beigesellt.

Die Stelle des Auftretens dieser Bildungen ist sowohl der südlichen Zone als auch der Grenze von nördlicher und südlicher Zone angehörig, da nach Osten zu die nördliche und südliche Zone sehr nahe zusammenrücken.

Capitel V. Beziehungen der erwähnten cretacischen Schichtcomplexe zu einander.

Joh. Böhm stellte als Norm der Aufeinanderfolge der obersten Kreideablagerungen am nördlichen Alpenrande zwei Stufen auf:

Oben: Stufe der *Ostrea subuncinella* J. Böhm (Nierenthalmergel).

Unten: Stufe der *Pachydiscus Neubergicus* v. Hauer und der *Limea nux* v. Gümb. (Götzreuter Schichten und Pattenauer Schichten).

Böhm glaubte diese Folge aus seinen Profilen Höllgraben, Maria-Eck und Wollsberger-Graben, Sulzberg-Froschbach (vgl. Palaeontogr. XXXVIII. S. 19 und 23. Prof. B. und Prof. F.) folgern zu können. In der südlichen Zone, der Flyschzone, nimmt er die Folge: Götzreuter Schichten, Nierthalschichten Flysch, zwischen beiden ersteren Stufen als ganz normal an und trennt darnach eine nördliche Zone, wo die Reihenfolge: Götzreuter Schichten, Haupt-Nummulitenkalke, Stockletten ist, scharf von der südlichen „Flyschzone" ab. Da seine Vorstellungsweise über die Ablagerungsverhältnisse eine von der hier vertretenen grundverschiedene ist, müssen wir kurz auf dieselbe eingehen.

Die grosse Längsverwerfungslinie der Böhm'schen Kartenskizze, welche die nördliche und südliche Zone trennt, ist in derselben verstärkten Strichelung hervorgehoben, wie die zwischen dem südlichen Flysch-Nierenthalcomplex und dem triassischen Hinterland. Da diese letzte, wenn man die klaren Verhältnisse am Untersberg in Betracht zieht, eine Verwerfung ungefähr längs der alten subalpinen Kreide-Tertiärküste von der oberen Senonzeit an darstellen darf, so soll die von Böhm angenommene nördliche Längsverwerfung vor der Flyschzone eine ähnliche Bedeutung haben, wenn auch betont wird, dass hier nicht selbst die Küste des Tertiärmeeres lag, welche vielmehr buchtig nach Norden und Süden vor- und einsprang, besonders nördlich in ziemlicher Entfernung derselben hinzog (l. c. S. 21). Der Erfolg war aber, nach Böhm, dass das südlich von der Verwerfung liegende, trockengelegte, „in seinen Hauptzügen schon damals angelegte Flyschgebirge" offenbar der Erosion weniger ausgesetzt war und daher bestehen blieb, während, wenn ich Böhm recht verstehe, der nördliche Theil (auch dem Eocänmeere entzogen) von seinem Flysch

ganz und allmälig nach Norden von seinen — (wie Böhm glaubte) im Hangenden der Götzreuter Schichten liegenden — Nierenthalschichten befreit wurde, so dass das endlich wieder eindringende „Bartonmeer", über diese niederen Küstenpartien transgredirend, seine Absätze hauptsächlich auf der Fläche der Götzreuter Schichten niederlegte oder wie bei Eisenärzt in einer tiefen Küstenbucht (der nach Böhm schon alten Traunthalung) auf den Nierenthalschichten.

Es handelt sich also nun um die Frage, ob hier auch im südlichen und unmittelbar an der Grenze des südlichen Gebiets in der That nirgends Tertiärablagerungen vorkommen: hierbei kommen folgende Thatsachen in Betracht. An der oberen Grenze der Götzreuter Schichten stellen sich an der Grenze der nordsüdlichen Zone, bei Oed, im Bichler Graben (s. o. Adelholzen), bei Eisenärzt — genau wie im Oberwaldgraben am Fürberghang — durchaus flyschartige, hier versteinerungslose (ausgenommen seltene Fucoidenreste), mit schwarzen sandigen Mergeln wechsellagernde, plattige Sandsteine ein.*) In der östlichen Fortsetzung der hypothetischen Oberwaldgraben-Verwerfung über Eisenärzt nach Hörgering liegen, in einem kleinem Aufschluss, diese Sandsteine auf den Uebergötzreuther Schichten.

Weiter östlich stehen diese Sandsteine im Wollsberggraben an und Joh. Böhm hat sie daselbst mit Frauscher ins Tertiär gestellt; hier kommen auch unbestimmbare Versteinerungen vor. Wie ich später zeigen werde, ist diese Stellung vollständig richtig; es zeigen sich schon hier, wenn auch spärlich, *Nummuliten*.

Weit wichtiger ist aber folgendes Profil: im Lechnergraben am Sulzberghang ist die Reihenfolge der Schichten folgende 1) Nierenthalschichten, 2) Götzreuther Schichten, 3) schwarze sandige Mergel mit brockigen Sandsteineinlagerungen, welche tertiäre Fossilien enthalten, 4) Nierenthalschichten und in ihrem Hangenden 5) Flysch. Das Gleiche ist in der südöstlichen Fortsetzung nach dem Hachauer Graben der Fall, wo No. 3) aber wieder ohne Fossilien ist. Mit *Nummuliten* steht die Schicht 3) auch im Riedelbach und im hinteren Steingraben an und zwar an letzterem Ort in der Folge: 1) Nierenthalschichten, 2) schwarze sandige Thonschiefer mit Brocken von Nummulitensandstein, 3) Nierenthalschichten. Aehnliches gilt für den Katzenlochgraben (vgl. S. 14), wo in mehrfacher Wiederholung die Folge: Nierenthalschichten, Götzreuter Mergel, tertiäre Sandsteine und sogar Nummulitenkalk zu beobachten ist. Daraus ziehe ich für alle vorhergehenden Fälle den Schluss, dass die Götzreuter Schichten nicht als das Liegende der südlich folgenden, sondern als das Hangende der nördlich davor liegenden Nierenthalschichten zu gelten haben, da in deren südlichem Hangenden an den meisten Stellen flyschartige Sandsteine mit Nummuliten und anderen tertiären Versteinerungen (vgl. unten) oder auch ohne Fossilien eingeschaltet sind. Letztere Reihenfolge ist die normale; die Haupt-Längsverwerfung läuft also südlich von diesem Complex gegen die nächsten, scheinbar hangenden Nierenthalschichten und nicht nördlich von den Götzreuter Schichten gegen die wahrhaft liegenden Nierenthalschichten.

*) Wohl zu unterscheiden von kalkigen Erhärtungen in den oberen Götzreuter Schichten (Sonnleiten, Götzreuter Graben).

Einen einzigen Aufschluss halte ich hierfür wegen seiner ausserordentlichen Klarheit für besonders maassgebend; dies ist der vordere Steingraben, von dem Joh. Böhm l. c. S. 34 eine Schichtfolge schon ganz kurz angiebt. Wir haben hier in nordsüdlicher Folge: 1) Nierenthalschichten zu unterst, 2) Götzreuter Mergel in geringer Mächtigkeit, in deren Hangenden die Bank der Uebergötzreuter Schicht folgt, 3) tertiäre, sandige Thonschiefer und Sandsteine mit den darauffolgenden Kressenberger- (Adelholzener) Schichten (Vertreter des Untereocäns und Mitteleocäns), 4) Stockletten mit den Granitmarmor (Obereocän). Dies ist auch die Folge im Katzenloch- und Lechner Graben.

Nachdem so der Beweis geliefert ist, dass die Götzreuter Schichten über den Nierenthalschichten folgen, interessirt uns die Frage, in welcher Beziehung zu diesen Complexen die Pattenauer Schichten stehen. Joh. Böhm fasst sie als eine Facies der Götzreuter Schichten auf; ich glaube nicht, dass sie streng genommen unter den Faciesbegriff fallen, ich halte sie für zeitlich etwas verschieden entwickelt und zwar für tiefer liegend als die Götzreuter Schichten, wenn sie auch von diesen faunistisch nur sehr gering unterschieden sind. Meine Gründe sind folgende: Beim Abstieg von Scharham-Mariaeck nach Galling-Adelholzen kommt man am Westhang vom Scharhamer Rücken zuerst in graue Pattenauer Mergel mit *Haplophragmium;* in der Nähe von Galling stehen besonders in einem südöstlichen Seitenweg typische Götzreuter Mergel an, welche ohne Unterbrechung auf die Pattenauer folgen. Im südwestlichen Fortstreichen der Schichten dieses Aufschlusses hat man nun dieselbe Aufeinanderfolge im Bichler Graben, wo wir an einem nördlichsten Punkt die oben erwähnten tertiären Sandsteinlagen bemerken. Dem Streichen nach bilden sie das nördliche Hangende der Nummulitenkalke vom Bichler Hof selbst, die ihre Fortsetzung nach Osten an den Aufschlüssen vom Siegsdorf-Maria-Ecker Fahrweg haben. Hier haben wir eine Mulde mit Götzreuter Schichten, Adelholzener Nummulitenkalk, Stockletten, Götzreuter Schichten, welche letzteren nach dem Bichler Graben die Pattenauer Mergel zwar kartographisch unterlagern, aber stratigraphisch das Hangende derselben bilden.

Ein zweiter Punkt der Karte, welche dieselbe Schlussfolgerung zulässt, ist bei St. Johann. Hier ist längs einer Norwest-Südost streichenden Störungslinie, welche dem rothen Traunthal parallel läuft, das Weiterstreichen der Molberting-Wollsberger Gruppirung der verschiedenen Horizonte scharf abgeschnitten, und wir haben bei St. Johann neben der Strasse Pattenauer Mergel, davon südlich im Mooser Graben Götzreuter Schichten. Ich sehe diese zwei Aufschlüsse als Fortsetzung der Aufschlüsse des Pattenauer Stollens an, wo quer zum Streichen erst in der Gegend von Ober-Eck-Plerreit die cretacischen Schichten durchfahren wurden, und zwar Nierenthalschichten, Pattenauer Schichten und Götzreuter Schichten. Letztere stehen nun am südlichsten noch etwas südwestlich von Plerreit über Tag an, von wo auch die erwähnten im palaeont. Museum befindlichen Uebergötzreuter Sandsteine stammen. Die Pattenauer Mergel können daher nur nördlich davor liegen (vgl. bei St. Johann-Mooser Graben.) Die Nierenthalschichten müssen daher auch hier das stratigraphisch Liegende des Complexes gebildet haben. Die Durchquerung dieser Schichten durch den Stollenbau und die petrographisch strenge Sonderung der noch jetzt bei Priehl am Vogelwald und Ober-Eck auf den Halden (die aus

den Luftschächten stammen) liegenden Gesteinsarten beweist, dass wir hier wohl geschiedene stratigraphisch übereinander folgende, nach einander durchfahrene Horizonte vor uns haben.

Ein dritter Punkt der Karte ist nicht derart instructiv; im unteren Leitenbach sind zwar Pattenauer Schichten eingetragen, jedoch sind sie nicht typisch und könnten sie den Versteinerungen gemäss auch zersetzte Götzreuter Mergel sein; auch führen sie reichlich Glimmer. Die daselbst als Götzreuter Schichten eingetragenen Gesteine sind petrographisch typischer; ihnen fehlen aber die Fossilien, so dass die Möglichkeit vorhanden, dass der ganze letzte Complex zum älteren Tertiär gehört, der stellenweise petrographisch sehr ähnlich entwickelt ist.

Dagegen stehen im „Winkl" des Leitenbachs die Pattenauer Schichten typischer an, und in der südlichen Auszweigung findet man die Spuren stratigraphisch und kartographisch darüber liegender Götzreuter Sand-Mergel.

Die wichtigsten Aufschlüsse in der nördlichen Zone unseres Gebietes sprechen daher dafür, dass die Pattenauer Mergel einerseits unter den Götzreuter Mergeln, andererseits über den Nierenthalschichten liegen.

Wenn wir nun die südliche Zone betrachten, so haben wir in dem nördlichen Strich derselben aber nur die Folge von Nierenthaler- und Götzreuter-Schichten, wodurch wohl hauptsächlich Böhm von der vollständigen stratigraphischen Gleichheit von Pattenauer- und Götzreuter Schichten beeinflusst wurde. Ueber das Fehlen der Pattenauer hierselbst habe ich eine andere Ansicht; 1) muss ich bemerken, dass es hier in den Nierenthalschichten nahe der oberen Grenze (vergl. vorderen Oberwaldgraben, hinteren Steingraben, Weg vom Schwarzberggrb. n. Kachelstein unteres Anstehen) Lagencomplexe giebt, welche schwer von Pattenauer Schichten zu unterscheiden sind; 2) habe ich im westlichen unteren Schwarzberg-Seitengraben ein Mergelanstehen zu erwähnen, welches den Einschlüssen und dem petrographischen Habitus nach Pattenauer Schichten sind, dagegen die für die Nierenthalschichten so charakteristischen Flecken- und Taonuruseinschlüsse zeigen.

Ich bin daher der Ansicht, dass die Pattenauer Mergel nach Süden zu von der Fleckenmergelfacies der Nierenthalschichten absorbirt werden; dann dürfte die Pattenauer Facies auch in der südlichen Zone gar nicht mehr vorkommen. Wir haben nun zwei Ausnahmen, welche aber dadurch unsere Annahme bestätigen, dass sie nur scheinbar der südlichen Zone angehören. Die erste Stelle ist nördlich vom Katzenloch (vergl. Kärtchen Cap. XXIII); hier biegt aber einerseits der westlich vom Lechner gelegene südliche Complex in seinem ostwestlichen Streichen fast rechtwinkelig nach Südsüdosten um, andererseits treten andere südliche Complexe in einem gewaltigen Einbruch nordöstlich bis nördlich vor diese Katzenloch-Pattenauer-Schichten, so dass diese nur scheinbar innerhalb der südlichen Zone liegen. Die zweite Stelle ist die schon erwähnte nördlich vom Kachelstein im unteren westlichen Seitengraben des Schwarzberggrabens. Hier haben wir aber schon einen vollendeten Faciesübergang und im rein südwestlichen Weiterstreichen findet sich nur Nierenthalerfacies. Beide Gebiete sind aber getrennt durch eine grosse Abbruchslinie, welche nicht nur den Nummulitenzug des Kachelsteins mit seinem Hangenden und Liegenden nach Osten abschneidet, sondern auch den ganzen Bergbau bei Neukirchen am

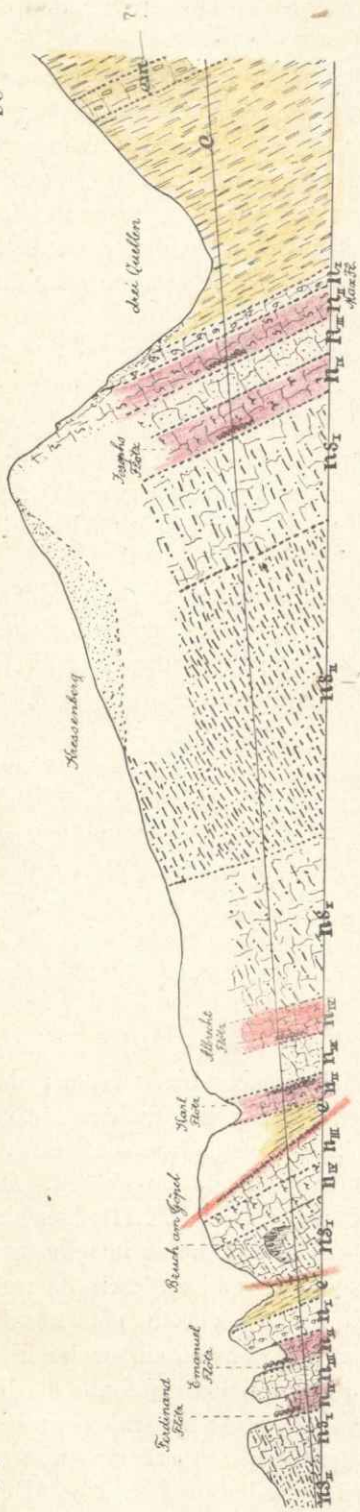


Fig. 2. **Profil durch den Kressengraben.**

Ulrichflötz gegen Leiten-Achthal abschneidet und sich noch im Leitenbach zwischen dem „Winkl-" und den „Schnaitgräben" sehr bemerkbar macht. Längs dieser queren Bruchlinie und von ihr ausgehender streichender Brüche schieben sich erstens Partieen der südlichen Zone nach Nordosten vor und der nördlichen Zone nach Süden, wofür uns besonders die Nummulitenschichten einen Wegweiser bilden, deren Zonenentwicklung, wie wir unten sehen werden, den cretacischen Zonen mehr als ungefähr entsprechen.

Wenn nun die Pattenauer-Schichten in den Nierenthal-Schichten aufgehen, so ist die unausweichliche Folgerung zu ziehen, dass auch die Götzreuter Schichten in ähnlicher Weise von Norden nach Süden die Nierenthaler Facies annehmen können, wenn auch diese Grenze südlicher liegen mag, da hier die sandige Schlammfacies in eine mehr kalkige Schlammfacies überzugehen hätte.

Hierfür sprechen nun folgende sehr wichtige Punkte. 1) Nehmen die Götzreuter-Schichten sowohl an Versteinerungen als an Mächtigkeit von Norden nach Süden zu sehr stark ab. 2) Hiermit zusammenhängend ist besonders im Katzenlochgraben zu beobachten, dass die oberen Nierenthalschichten schwärzlich bis schwarz sind und viele grünlich graue, ächt Nierenthal-artige Flasern einschliessen. Weiter stehen hinter der Kumpfmühle in einem kleinen Gräbchen nordwestlich derselben schwarze glimmerreiche Mergel an, welche ganz Götzreuterartig sind, aber in etwas dunkelgrünlichen Abänderungen deutlichen Fleckenmergelhabitus zeigen, ähnlich der oben erwähnten Fleckenmergelabänderung der Pattenauermergel; auch diese Stelle liegt auf einer Zonengrenze (vgl. unten die „Achthaler Sandsteine".) 3) Zeigt sich auch innerhalb der Götzreuther Schichten an anderen Stellen eine eigenartige Umwandlung: im vorderen Steingraben haben wir noch typische Götzreuter Schichten über Nierenthal Schichten und unter dem Tertiär, im hinteren Steingraben zeigen sich dagegen unter den letzteren ganz eigenthümliche röthliche grüngesprengelte Mergelthone, welche

hier noch etwas glimmerreich sind. Nach Westen zu stehen solche Mergel zwischen Achthal und Teisendorf an vielen Stellen unter dem „Achthaler Sandstein" an. Sie sind daselbst direkt als Nierenthal-Schichten eingetragen, weil ich die Achthaler Sandsteine für ein Flyschäquivalent halte und im südlichen Gebiete. wie schon oben erwähnt, unmittelbar unter dem Flysch eine obere Abtheilung der Nierenthal-Schichten überall aus rothen Thonmergeln oder rothen Mergeln besteht, (welche Abtheilung auch am Untersberge sehr deutlich charakterisirt werden kann.) 4) Kommen dann in den Gebieten, wo die Götzreuter typisch über den Nierenthal-Schichten liegen, die rothen Thonmergel als oberste Nierenthalschichten nicht vor. Eine einzige Ausnahme könnte diese Parallele über den Haufen werfen, wenn sie sich nicht gerade als eine scheinbare Ausnahme feststellen liesse: das ist das Vorkommen der rothen Schichten bei Grub, wo eine beträchtliche Strecke weiter südlich am rechten Traunufer im Bahneinschnitt Eisenärzt und gegenüber im Hörgeringer Graben noch Götzreuter- und Ueber-Götzreuter Schichten noch in einiger Ausdehnung vorliegen. Das ganze Gebiet Hörgering-Eisenärzt-Grub-Schöneck ist aber, wie schon oben S. 3 erwähnt, ein gewaltiges Einbruchgebiet: der Hörgeringer Aufschluss der dem normalen Streichen nach noch der mittleren Zone (zwischen der nördlichen und der Flyschzone) angehört, stösst an Flysch an, der sich bis zur ostwestlichen Linie Grub-Spatzreuth-Lechner nach Nordosten vorgeschoben hat. Das Eisenärzter Tertiärmassiv ist auch ein Einbruch mit dem eigenthümlichsten Einfallen im ganzen Gebiet, d. h. nach dem Einbruchsgraben der Traunthalung zu. (vgl. auch das Hachauer Einbruchsgebiet.) Diesem Graben gehört auch das N. N. O. davor gelegene Auftreten der rothen Nierenthal-Schichten bei Grub an, ist also eigentlich zu dem Sulzberger Flyschmassiv, das ihm westöstlich unmittelbar gegenüberliegt, zu rechnen. Die Tektonik zeigt uns hier die Möglichkeit der Reconstruktion der Zonen, welche ohne Berücksichtigung derselben gänzlich gestört erscheinen würde.

Die obere Abtheilung der Nierenthalschichten im südlichen Gebiet würde also als ein Aequivalent der Schichten der Maestrichtfauna (Götzreuther- + Pattenauer-Mergel) in der nördlichen Zone gelten, und hierfür ist es von der höchsten Wichtigkeit, dass in den Nierenthalschichten letztere in der *Ostrea ungulata* Lamck., die *Gryphaea vesicularis* Lam., in einer kleinen Abart wie sie auch in den Götzreuter Schichten vorkommt, in *Ostrea acutirostris* Nils. und *Belemnitella mucronata* d'Orb angedeutet ist.

Ich halte daher die oben begründete obere Abtheilung der Nierenthal-Schichten für ein subalpines Aequivalent der Maestrichtfauna in der nördlichen Zone, welche ich als vindelicische Facies bezeichne.

Die Nierenthalschichten liegen im Reichenhaller Becken auf den Gosau-Schichten und man könnte sie leicht mit der oberen Abtheilung derselben ansehen*). Diese Ansicht hat u. A. Emmrich (Cenom. Kreide im bay. Geb. 1865) geäussert. In neuester Zeit hat sie Joh. Böhm zum Theil aufgenommen, in dem er die obere Gosauabtheilung durch Vermittelung der Glanegger Schichten den Pattenauer Schichten gleichstellt und dadurch der Einstellung der letzteren unter den Nierenthal Schichten eine Stütze zu geben sucht. Ich glaube, dass wir der topographischen Lage der Glanegger Mergel nach hier eine Cephalopoden-

*) Vgl. von Gümbel, Geogn. Besch. d. b. Alp.-Geb. 1861 S. 532.

facies der oberen Abtheilung der Gosaugebilde vor uns haben, welche in den Fjorden nicht zur Entwicklung kommen konnte*). Fugger und Kastner führen 1885**) in dem Profil des Rainbergs unter m „Mergelkalke, mergelige Conglomeratmassen und rothe bis rostgelbe sehr dichte Mergel" an, welche mit den Nierenthalschichten die grösste Aehnlichkeit haben, ja nennen sie direkt Nierenthalschichten. Ich halte dies besonders aus den unten, Cap. VI angegebenen Gründen für unrichtig und halte es mit der von Zittel in „Bivalven der Gosaugebilde" S. 97 geäusserten Ansicht, dass zur Zeit des Absatzes der Inoceramenmergel der Gosauschichten die Gewässer offenbar ruhiger und sehr viel tiefer als zuvor waren, dass die Ablagerung zugleich eine *Inoceramen-* und *Cephalopoden-*Facies annehmen und am Ende dieser Periode die Gewässer aus dem gehobenen Meeresgrunde zurückweichen. Mit anderen Worten***) scheint eine Discordanz zwischen den Inoceramenmergeln der Gosaugebilde und den Inoceramenmergeln mit *Belemnitella mucronata* vorzuliegen. Die Facies der Nierenthalschichten ist aber dieselbe: es ist eine (pelagische) Schlammfacies mit Cephalopoden und Inoceramen, nördlich vor der alpinen Küste, deren petrographisches Material, zwar ein Continentalschlamm im weiteren Sinne, doch jedenfalls nicht aus den nächstliegenden Alpenthälern stammt, sondern überwiegend an die alpine Küste angeflötzt wurde.

Wir werden unten sehen, wie mit dieser Discordanz der oberen Obersenon-Mergeln der Nierenthalschichten und der oberen Mergel der untersenonen Gosaugebilde auch längs der vindelicischen Küstenzone Ereignisse auftreten, welche in gleicher Weise ein Zurückweichen des Meeres von der Küste treffend bezeichnen.

Was unsere Bezeichnung „vindelicische Facies" betrifft, so wird sie im Laufe dieser Besprechungen noch deutlicher werden; ich brauche nicht zu betonen, dass sie sich auf die allgemein anerkannte Annahme eines „vindelicischen Urge' irgsrückens" resp. Continents zwischen einem germanischen und alpinen Meer bezieht, welchen v. Gümbel in mannigfacher Weise in seiner Existenz und seinem Verlauf begründet hat.†) Die litoralen Regionen (im weiteren Sinne) dieses Continents sehe ich als die Heimath der Fossilien an, welche wir in der nördlichen Zone sowohl in unserer senonen Kreide, als den Eocänschichten einsammeln. Diese scheint in den von Osten oder Nordosten kommenden Strömungen verhältnissmässig geschützt gewesen zu sein, während die alpine Küste selbst dem Anprall der Strömungen ausgesetzt war, daher die Nierenthalschichten und besonders die obere Abtheilung derselben nur in den tiefen Buchten bei Reichenhall zahlreichere Fossilien enthält.

*) Grossouvre stellt auch (Compte Rendu des séances de la Société géol. de France Paris 1894, III. Ser. Vol. XXII.) die Glanecker Ammoniten in's Untersenon und das untere Santonien (unteres Obersenon), die Cephalopoden von Neuberg und Neue Welt ins obere Campanien, wohin auch Siegsdorf gerechnet wird. Letztere Anschauung können wir nicht theilen und stützen uns hier auf die Ansicht Joh. Böhms; immerhin wäre es nicht unmöglich, dass an den genannten Orten der Gosauschichten über dem Campanien noch Cephalopoden-Vertreter der Maestrichtstufe in der alpinen mergeligen Cephalopoden- und Inoceramenfacies auftreten. Die Verhältnisse sind sehr schwierig zu vergleichen, keinesfalls kann aber von der Lagerung der Glanecker Schichten unter den Nierenthaler Mergeln eine Folgerung auf die Pattenauer und Götzreuter Schichten gezogen werden.

**) Studien und Beobachtungen aus und über Salzburg. Verl. v. Herm. Kerber. Salzb. 1885.

***) Vgl. v. Zittel l. c. o. 103. Tabelle.

†) Vergl. auch v. Wöhrmann's ausgedehnte Anwendung dieses hypothetischen Rückens bezüglich des alpinen Trias. Neues Jahrb. 1894. Bd. II.

Cap. VI. Vergleiche mit dem westlichen bayerischen und den schweizerischen cretacischen Vorkommen.

Obwohl wir die Verhältnisse des Grüntengebietes hier nicht in aller Ausführlichkeit schildern können — was ohne geogn. Karte, zu der die topographische Grundlage im Maassstab 1 : 25000 noch in Aussicht steht, gar nicht möglich ist — so müssen wir dieselben, sowohl um den unten zu führenden allgemeinen Folgerungen mehr Gewicht zu geben, als auch um Missverständnissen im Vorhergehenden und etwa zu vermuthenden unrichtigen Vergleichen zu begegnen — doch hier kurz in einem Uebersichtsprofil betrachten.

Wir beginnen in dem Profil bei Burgberg mit der unmittelbar auf die Galtgrünsandsteine folgenden a) Seewenkalken, in deren obersten Lagen häufiger *Micraster cortestudinarium* vorkommt; wir müssen diese Lagen also dem Unter senon zuschreiben. Ich kann mich so, entgegen den Darstellungen Quereau's, nur der Ansicht Vacek's anschliessen, welcher von den beiden Seewen-Abtheilungen die obere in's Senon versetzt, die untere in's Cenoman und dabei bemerkt, dass ihre Grenze im Allgemeinen nicht constant sind und nicht immer der Grenze zwischen Cenoman und Senon entsprechen (vgl. bezüglich der Betheiligung des Cenomans an den Seewenkalken Cap. VII). Darüber folgen b) räthselhafte schwärzliche Mergelschiefer, welche ganz versteinerungslos sind und hie und da sandige Bänkchen mit Hieroglyphenzeichnung auf der Oberfläche zeigen. Da die Seewenkalke nach Obigem in diesem Gebiete wenigstens zum Theil eine nördlichere Facies der Gosauschichten darstellen müssen, so können wir auch hier in den mächtigen, dieselben überlagernden „Seewenmergeln", welche aber weiter südlich auch noch die Glieder des Obersenon umfassen, ein Aequivalent der oberen Gosauabtheilung vermuthen. Ihnen folgt c) der Burgberggrünsandstein mit verkieselten *Gryphaea vesicularis* und *Exog. lateralis;* darüber folgen d) glaukonitische graue Mergel und Kalke, und e) schwarze, glimmerige, thonig-sandige Mergel und Kalke, sodann f) das Eocän in der Entwickelung der Eisenärzt-Kressenberger Schichten.

Im Verlauf nach Osten und Südosten wird aber die Mächtigkeit der Schichten eine grössere und es treten sehr deutliche Faciesänderungen und Differenzirungen auf, die wir kurz schildern müssen.

Der Burgberggrünsandstein c), der eine ganz örtliche Facies ist, keilt nach Osten aus und wird vertreten durch eine graue Mergelschiefer mit *Taonurus*, welche mit den über den Seewenkalken liegenden Mergeln b) ein einheitliches Ganzes von der Facies unserer Nierenthalschichten bilden*); darüber folgen dann d) schwarze bis graue stark kalkige Mergel im massigen klotzigen Bänken, in denen ich in nahezu ganzen Exemplaren sowohl den *Inoceramus Cripsi*, als einen zweiten, noch unbenannten, schwer zu definirenden *Inoceramus*, die erwähnte Species der Pattenauerschichten, bestimmen konnte.

Darüber folgt e) ein Wechsel von schwarzen Kalken und sandigen, kleinglimmerigen Mergeln, in welchen hie und da eine *Gryphaea vesicularis* und

*) Aehnlich wie die obere Abtheilung der Gosauschichten am Kalkalpenrand mit der Facies der Nierenthalschichten zusammenfällt; man hätte eigentlich untere und obere Seewenmergel zu unterscheiden, welche freilich kartistisch gar nicht zu trennen sind; erstere entsprechen den Schichten unter dem Burgberggrünsand, letztere dem Grünsand selbst als seine mehr pelagische Vertretung bezw. seine alpine Mergelschieferfacies.

Echinocorys vulgaris vorkommen. Diese Schichten halte ich für Vertreter der Götzreuter Schichten im Kressenberger Gebiete. Diese sind nun überlagert von einem grobkörnigen, glaukonitischen Sandstein mit Schwefelkiesbutzen und häufig röthlicher Verfärbung; sie führen *Echinocorys vulgaris*, *Retinoscyphium* sp., *Otodus* sp., *Haplophragmium*, *Terebratulina striata* und entsprechen so petrographisch und faunistisch den Schichten, welche v. Zittel bei Oberstdorf (Burgbühl) als obersenone Schichten erkannt hat; sie entsprechen unseren Uebergötzreuter Schichten auch darin, dass sie im Südwesten unmittelbar das Liegende des Eocäns bilden. Es ist vor der Hand noch recht schwer, die „Wangschichten" der Schweiz mit irgend einem dieser Complexe zu identificiren, wie dies Quereau versucht; nach den im Capitel VIII auseinandergesetzten faciellen Vertretungen dürften sie eher dem ganzen Complex entsprechen. Die Oberstdorfer Grünsandsteine liegen nicht auf den Seewenschichten sensu stricto auf, sondern auf einer pelagisch-alpinen Vertretung der Götzreuther-Pattenauer Schichten, welche die *Terebratula carnea* führt.

Nach Osten und Südosten geht nämlich allmählich die Facies der Seewenschichten (unsere Nierenthalschichten) bis zu diesen Oberstdorfer Sandsteinen hinauf. Desgleichen sind auch hier im Südosten und Osten diese Seewenschichten das unmittelbar Liegende des Flyschs, soweit dessen Liegendes ohne Störung unmittelbar zu beobachten ist. Weiter ist zu bemerken, dass die Oberstdorfer Glaukonitsandsteine, gleich wie unsere Uebergötzreuter Schichten, erst nach Süden und Südosten zu sich einschalten und da eine beträchtlichere Mächtigkeit erlangen.

Wir haben also im Grüntengebiete nicht nur dieselbe Folge der Glieder der obersten Kreide, sondern auch dieselbe Art der Vertretung und Faciesänderung; wir werden diese Faciesänderung unter Capitel VIII noch näher definiren.

Aehnliche Verhältnisse, wie am Grünten, scheinen sich noch weiter nach Westen fortzusetzen und ich finde sie auch im Fähnern-Gebiet, nordöstlich vom Säntis, jenseits des Rheinthales, ausgedrückt. Ich hatte das Glück, dieses Gebiet in einer kurzen Excursion mit Herrn Oberbergdirector v. Gümbel besuchen zu können und im Aubachdobel W. von Eggerstanden mir wichtige Repräsentanten der „Faune miraculeuse du Londinien d'Appenzell" nach Prof. Mayer-Eymar sammeln zu können. Ich halte, kurz gesagt, die unteren schwarzen (sandarmen, aber stellenweise stark glaukonitischen) Kalke mit *Ostrea Escheri* May.-Eym. für Aequivalente unseres Burgberggrünsandes. Diese *Ostrea Escheri* ist ganz richtig bestimmt, wenn man, wie Prof. Mayer-Eymar, als Typen dieser Species die Abbildungen Schafhäutl's in Südbayerns Lethaea geognostica, Taf. 30, Fig. 1 und Taf. 41, Fig. 5 und 6 aufstellt.*) Diese Exemplare sind (schon nach den Abbildungen mit deutlich gezeichneten Kieselringen zu urtheilen) verkieselte Gryphaeen von Stallau und Grünten, welche erstere Localität von den meisten bayerischen Geologen**)schon lange für Senon gehalten wird; diese Exemplare stellen die alpine *Gryphaea vesicularis* dar. Meine zahlreichen von Appenzell mitgebrachten Gryphaeen stimmen daher in allen — auch in den *Gryphaea-Brongniarti*-artigen Abänderungen vollständig mit unseren zahlreichen Exemplaren

*) Vgl. Syst. Verz. der Verst. des Par. der Umg. v. Einsiedeln. 1877. S. 76.

**) Vgl. A. Rothpletz, Querschnitt durch die Ostalpen. 1894. S. 107.

von Stallau und vom Grünten überein. Von Stallau erwähnt Emmerich mit der *Gr. vesicularis* auch eine der scharfrippigen *Ostrea Santonensis* aus der südfranzösischen Kreide verwandte Auster, welche sehr wohl der mit *Ostrea Escheri* M.-E. vorkommenden *Ostrea Studeri* M.-E. entsprechen könnte (vgl. Frauscher, Das Untereoc. der Nordalpen, Taf. IV. Fig. 7).

Die nördlich vom Fähnern im Aubachdobel über diesen Austernkalken liegenden grauen Thone und Mergel halte ich für identisch mit den über den Burgberger Grünsanden folgenden Pattenauer Schichten. Sie sind der Horizont des *Baculites Heberti* M.-E. aus der Gruppe des *B. anceps* und des *Inoc. Kaufmanni*, welches sich vom *Inoc. Cripsi* durch seine kleinen Falten unterscheiden soll. Das von mir gesammelte Exemplar unterscheidet sich ganz sicher vom *Inoceramus Cripsi*, wie er von den bayerischen Geologen und Paläontologen aus den Pattenauer Schichten und der oberen Abtheilung der Gosauschichten als solcher bestimmt wird, durchaus gar nicht; das mir vorliegende Exemplar würde ich als *Inoc. Cripsi* var. *decipiens* Zittel bestimmen.

Was die von Prof. Mayer-Eymar angeführten Eocänspecies betrifft, so habe ich ja auch aus der Fauna der Hachauer oder Uebergötzreuter Schicht und der Schnaidgräben sehr wichtige Anklänge an tertiäre Typen constatiren können und gilt dies ja überhaupt für die Maestricht-Fauna; ich glaube aber, dass die cretacischen Species den Ausschlag geben müssen, wie auch die Ablagerungsglieder in ihrer Reihenfolge den Burgberg-Glaukonitgesteinen und den darüber liegenden Pattenauer Mergeln vollkommen entsprechen.

Zugleich hätten wir auch hier eine vortreffliche Parallele bezüglich des nordsüdlichen Facieswechsels; denn auf der Südseite des Fähnern befindet sich zwischen dem Seewener Kalkhügel nach der Unterkamoralp und dem Flysch des Fähnern Inoceramen-reicher Seewenmergel als oberste Kreide, welche hier ebenso Liegendes des Flysch bilden, wie sie an anderen Stellen der Schweiz (wie bei uns die Götzreuter Schichten) Liegendes von Nummulitenschichten sind. Wenn nun im Allgemeinen in den südlichen Gebieten die Seewenmergel der obersten Maestricht-Kreide, wie Prof. Mayer-Eymar betont, gleichzustellen sind, so bedingt dies nicht, dass Schichten total verschiedener petrographischer und faunistischer Ausbildung wie die des Aubachdobels mit ähnlichen Lagebeziehungen dem tiefsten Tertiär (Londonien) anzugehören haben. Nach den Aufschlüssen am Kressenberg und Grünten, wo in Bayern einzig grössere Flächen zur Verfolgung facieller Verschiedenheiten zur Verfügung stehen, nach diesen Aufschlüssen können es auch nur Faciesunterschiede sein und halte ich auch am Fähnern die Aufschlüsse nördlich von demselben für litoral-pelagisch vindelicische, die südlich für mehr pelagisch subalpine Facies.

Cap. VII. Vergleichbare Verhältnisse in den Karpathen.

Durch einen Aufsatz von V. Uhlig: Bemerkungen zur Gliederung karpathischer Bildungen (Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt. 1894. Heft II) sind die fernen Verhältnisse der österreichisch-ungarischen Monarchie auch dem Kenner der bayerischen Ablagerungen näher gerückt und können hier als Stütze unserer Annahme angeführt werden. Uhlig stellte fest, dass die Inoceramenschichten, welche das Liegende der Karpathensandsteine bilden, dem oberen Senon angehören. Diese Inoceramenschichten haben hier den Fleckenmergeltypus der

Nierenthalschichten und aus diesen hat Uhlig zwei Versteinerungen bestimmt und beschrieben, nach welchen die eine eine Species aus den Götzreuther Schichten, *Lytoceras planorbiforme* Joh. Böhm. sp. darstellt, die andere *Scaphites Niedzwiedzkii* Uhlig eine vicariirende Bruderspecies des *Scaphites constrictus* Sow. zu sein scheint.

Wenn nun jenen Schichten in den grossen Karpathen die Puchower Mergel (rothe Schiefer und graue Fleckenmergel) in den kleinen Karpathen entsprechen und diese sich in ausgedehntem Maasse an die südlich davon liegenden Reste eines alpinen Gebirgszuges anlagern, so haben wir südlich von den Klein-Karpathen wieder eine Vertretung der alpinen pelagischen Facies des Ober-Senon, welche sich unter den Karpathensandstein fortsetzt und in grösserer Flächenausdehnung auf der Nordseite derselben noch zum Vorschein kommt. Hier finden sich nun bei Przemýsl die erwähnten Götzreuther Versteinerungen, was immerhin eine faunistische Faciesänderung bedeutet. Derselbe bereitet auch das Auftreten der Lemberger Kreide vor, welche ein entschieden ausseralpines Gepräge hat; wenn dieselbe auch nicht den Götzreuther Schichten selbst entspricht, so kann sie doch nur wenig älter sein und deutet den Bezirk einer ganz anderen Faciesentwicklung an. — Gewisse Züge der Vergleichbarkeit mit den bayerischen Verhältnissen sind hier unverkennbar, wenn auch auf grössere Horizontalausdehnung hin ausgebreitet; ich wollte nicht versäumen, diese uns für später wichtigen Vergleichspunkte hier kurz anzuführen.

Cap. VIII. Die Facies der erwähnten cretacischen Stufen.

Die Nierenthalschichten haben in vieler Beziehung mit solchen älteren Ablagerungen facielle Aehnlichkeiten, welche als schlammig-mergelige Alpenfacies bezeichnet werden und in denen die Cephalopodenreste gegenüber anderen Fossilien eine grosse Rolle spielen; man vergleiche die Aptychenschiefer des Malm, die Facies der Berriasschichten und die Gegenüberstellung einer Reihe von Stufen des subcretacischen Systems in einem jurassischen Typus und einem alpinen Typus in den Westalpen. (vgl. Vacek, J. d. k. k. g. R.-A., 1880, S. 12 und v. Gümbel Geolog. v. Bayern I. S. 836.

Das cretacische System der Nordalpen zeigt nun Aehnliches. Die Seewenkalke, welche zum Theil als cenomane Ablagerung gelten müssen*), reichen von Westen nach Osten bis zum Lech und werden von da an durch die grobkörnigen Mergelsandsteine mit *Orbitolina concava* vertreten. Diese Art der Vertretung ist aber nicht als ein Facieswechsel im östlichen Fortstreichen des Seewenzuges aufzufassen, sondern als eine Facies, welche dem alpinen Ufer angehört. Hiefür spricht ganz besonders folgende Thatsache: noch ganz im Gebiete der nördlich vom Flyschzug liegenden Seewenkalke tritt bei Hindelang im Zillenbachthälchen eine ausgedehnte Masse von grauen Mergeln mit eingelagerten brecciösen Kalkbänken auf, welche sehr zahlreich *Orbitolina concava* enthalten. Dieser Schichtencomplex wurde früher dem Flysch zugerechnet;

*) Herr Oberbergdirector v. Gümbel machte mich besonders auf einen schönen Aufschluss bei Agathazell am Grünten aufmerksam, wo auf einem Raum von etwa 1 m ein vollständiger Uebergang der Galtsandsteine in die Seewenkalke zu beobachten ist; ein „Cenoman" zwischen beiden ist nicht da; es muss aber vertreten sein, da es südlich an dem nicht fernen alpinen Strande so mächtig vorhanden; es bleibt nur übrig, die Seewenkalke zum Theil selbst als cenomane Bildung anzusehen, was schon durch die Fossilienfunde in der Schweiz festzustehen scheint.

eingelagerte Conglomeratbänke sind auch im höchsten Grade flyschartig; ausser den *Orbitolinen*, welche auf kleine Bänkchen beschränkt bleiben, sind die Mergel auch ganz petrefaktenleer; ein *Cyclolites* und eine *Limopsis* cf. *calva* Sow. sind die einzigen Fossilien, die ich noch ausserdem fand. Die Anlagerung an das ältere Gebirge ist hochinteressant, gewaltige Blöcke des nebenanstehenden Liasgesteins sind auf kurze Strecken in die Mergel eingebettet und beweisen, dass dieser Fels von heftiger Brandung angeschlagen, für die Cenomanmergel ein Theil des alpinen Strandes bildete. Diese Mergel stellen sich also als alpine Facies eines Theils der Seewenkalke dar, während die höheren Lagen der letzteren mit *Micraster cortestudinarium* schon der Tiefsenonstufe entsprechen. Der Seewenkalkcomplex im weitesten Sinne ist daher eine nördlich von der Flyschzone gelegene Facies der alpinen *Orbitolinen*-Facies des Cenoman und der alpinen Gosaubildung südlich von der Flyschzone und darf sie daher als vindelicische Facies bezeichnet werden.

Einen ähnlichen Gegensatz bildet die Galtstufe derselben Gegend; im vindelicischen Bezirk haben wir die Grünsandstein-Facies, welche die Nähe eines Continents, wenn auch nicht das Litoral desselben, kennzeichnet; im alpinen Bezirk östlich Hindelang (vgl. auch die Fortsetzung im Vilser Gebiet) fehlt dieselbe und haben wir hier die reine Mergel-Cephalopoden-Facies. Wie die Glauconitfacies des Galt engstens an das Auftreten der ächten Seewenkalke geknüpft ist und nicht weiter geht, als bis zum Lech auf der Nordseite der Flyschzone, so hält sich die Cephalopodenmergelfacies auf der Südseite derselben Flyschzone als Auflagerung an alpine Küstenunterlage. Kürzlich hat Dr. J. Böhm in einem Längsgraben im Norden der Kampenwand Mergelfacies des Galt mit *Desmoceras Mayorianum* d'Orb in Zusammenhang mit Orbitolinen führendem Cenoman weit östlich von den verschiedenen Auftreten westlich vom Lech aufgefunden; dies zeigt eine ebenso grosse Constanz der Ausbildung am alpinen Ufer südlich von der Flyschzone, wie sie nördlich davon ist. So sind cenomane Orbitulinen-Schichten nördlich von der Flyschzone in dem ausgedehnten westlichen Kreidebezirken noch nicht nachgewiesen und halten sich mit geringer Variabilität an das alpine Ufer und die blaue Mergelfacies des Galt; es ist unnötig, auch auf die enge facielle Verwandtschaft dieser Cenomanablagerungen mit denen der Gosau ausführlicher einzugehen.

Nach Abschluss der Galtablagerungen trat eine Senkung des Meeresbodens ein, im Norden geht die glaukonitische Sandsteinfacies des Galt in den unteren Seewenschichten mit einem Kalksandstein in einen reinen Knollenkalk mit mergeligen Schlieren über. Die gleiche Senkung am alpinen Ufer liess das Cenoman über die Galtstufe transgrediren (nachdem allerdings vorher ein Theil der letzteren trocken gelegt war) und die Gosaubildungen tief in die ins Meer versenkten Alpenthäler und Buchten eindringen; die erste Periode der letzteren Senkung ist durch die gewaltigen Zerstörungserscheinungen des alpinen Ufers bezw. der Fjorde, die zweite durch gewaltige Schlammansammlungen der tieferen Flachsee mit Inoceramen und Cephalopoden bezeichnet.*)

*) Ich bin nicht der Ansicht, dass die Cephalopoden auf diesem Boden gelebt haben, sondern nehme nach J. Walther (vgl. Einleitung in die Geologie, S. 509—516) an, dass ihre Schaalen, wie sie planktonisch geworden in der unteren Abtheilung aus den Buchten ausgeschwemmt scheinen, desgleichen verschwemmt in die Schlammfacies der oberen Abtheilung gelangten; die Schlammfacies bezeichnet die Ablagerung eines Küste-ferneren Schlämm-

Den Abschluss dieser Epoche des unteren Senons bildete wieder ein Zurückweichen des Meeres, eine theilweise Trockenlegung der Gosaubuchten, eine Verschmälerung der Meeresbreite zwischen dem alpinen und vindelicischen Ufer und eine Ablagerung mehr litoraler Absätze auf kurz vorher mehr pelagischen Meeresgründen; hierzu gehört der glaukonitische Sandstein des Burgbergs bei Sonthofen, der Appenzeller Schichten nördlich vom Fähnern und wohl auch des Grünsandsteins von Stallau bei Tölz, dessen Beziehungen zu den übrigen Gliedern der oberen Kreide, wie sie am Grünten klar zu Tage liegen, an diesem Orte erst noch endgültig festzustellen sind.

Parallel mit den erwähnten Entwickelungen in Galt, Cenoman und Untersenon und an sie anschliessend steht nun für diese höhere Kreide die Thatsache fest, dass dieser Burgbergglaukonit eine nordwestliche mehr litorale Facies ist, welche nach Süden und Südosten durch Nierenthalartige Schichten pelagisch-alpiner Facies vollständig ersetzt wird. In dem Kressenberger Gebiet haben wir hiefür nichts Vergleichbares; wohl aber zeigen, wie erwähnt, die obersten Kreideschichten nördlich und südlich vom Flyschzug des Fähnern den Uebergang von vindelicischer und alpiner Facies in anderer Art.

Die über den unteren Nierenthalschichten folgenden Pattenauer Schichten haben, wie oben dargestellt, schon die vindelicische Facies in der Fauna und Uebergänge zu derselben in der Gesteinsbildung; offenbar waren in Folge theilweiser Trockenlegung und einer allmäligen Verflachung der nördlichen Uferzone die mehr litoralen Sedimente nach Süden vorgerückt und lagern nun auf Sedimenten grösserer, dem Alpenrand kurz vorher noch genäherterer Meerestiefen.

Dieser Process scheint mit der Ablagerung der Gerhartsreuter Mergel fortzuschreiten (die Götzreuter Facies überschreitet südlich die Grenze des Aufgehens der Pattenauer in der Nierenthal Facies!), und es ist zu bemerken, dass Gleiches für das Grüntengebiet gilt, in welchem nur der Kalkgehalt der entsprechenden Sedimente ein grösserer ist. Die Hebung des nördlichen Ufers schloss nun endlich im vindelicischen Gebiet mit einer Trockenlegung der Gerhardsreuter Schichten ab und im alpinen Gebiet mit einer solchen der oberen bunten Mergelthone der Nierenthalschichten.

Mit dieser Trockenlegung hängt nun jedenfalls zusammen, dass die Uebergötzreuther Schichten in ihrem Auftreten auf eine südliche Zone beschränkt sind. Nachdem festgestellt ist, dass im Grüntengebiete diese Lagen über dem Complex der Pattenauer-Götzreuter folgten, also auf so weite Entfernung hin die Lagerung sich gleichbleibt, so kann bei der ausserordentlich eigenthümlichen Fauna als feststehend angenommen werden, dass hier keine Faciesbildung der oberen Götzreuter, sondern das Auftreten einer durch besondere Ereignisse verursachten selbständigen Unterabtheilung der Maestrichtstufe vorliegt.

Da nun die nördliche Zone der Götzreuter Schichten sicher nicht sehr nahe am nördlichen vindelicischen Ufer abgesetzt ist und die Uebergötzreuter

---

productes in gestauter Strömung, welches auch die am längsten und weitesten transportirbaren Schalen mit sich führen kann. In dieser Weise sind, wie mir scheint, überhaupt die alpinen Cephalopoden-Mergelfacies zu verstehen, als Anschwemmungen von Schlamm an die alpine Küste, in welche in Folge von nordöstlich-südwestlichen Strömungen, auf welche wir unter Cap. XXIII. nochmals zurückkommen werden, auch die Cephalopodenreste als am weitesten transportirbare Schalen gelangten (vgl. auch Cap. XXII.)

Lage so weit südlich in einer bestimmten Zone mit ganz verschiedener petrographischer Facies auftritt, so ist diese Erscheinung sicher eine ausserordentlich auffällige zu nennen; wir müssen sie zu erklären versuchen.

Es können nur zwei Fälle in Betracht kommen: entweder sind sie nördlich erodirt oder sie sind erst so weit südlich abgelagert; gegen die Annahme, dass sie erodirt sein könnten, spricht, dass sie in der Zone ihres Auftretens mit den Anzeichen einer mehr litoralen Facies, einerseits mit starker Glaukonitbeimengung, andererseits mit grossem Eisengehalt auftreten; der litorale Charakter ist entschieden viel bedeutender und prägnanter, als bei den darunter liegenden, doch mehr pelagisch-litoralen Götzreuter Schichten. Zugleich liegen aber auch die Anzeichen einer sehr heftigen Strömung vor, welche vorher nicht geherrscht haben konnte.

Diese Erscheinung kann man sich nicht anders erklären, als dass die letzte Hebung der Götzreuter Schichten und ihre Trockenlegung nicht mit einer einfachen Verflachung des südlich zunächst liegenden Meeresbodens vor sich gegangen ist, sondern entweder mit einer continentalen Flexur, oder mit einem Abbruch, so dass zunächst der Küste liegende Striche durch einem Steilabfall schon eine grössere Tiefe besassen und hier eine stärkere Strömung herrschte. Eine solche tektonische Erscheinung geht wohl nicht ohne Bildung von queren, in das Land hineinragenden Buchten ab; in solchen konnte nun auch eine Fauna leben, welche in so vieler Beziehung an die der Gosaubuchten erinnert, so dass in diesen Schichten zum ersten Male auch in der höheren Kreide auf der vindelicischen Seite Gosau-artige Bildungen auftreten (vgl. Cap. XXIII.)

Was nun das Grüntengebiet betrifft, so zeigt sich hier ein ähnliches Verhalten; bei Burgberg im Nordwesten haben wir die Oberstdorfer Sandsteine nicht, sie treten erst südöstlich und östlich auf. Höchst eigenthümlich ist das Vorkommen am Burgbühl bei Oberstdorf selbst, wo der in Rede stehende Schichtcomplex über den Seewenmergeln (Nierenthal-Facies) in besonderer Mächtigkeit mitten im Flyschgebiet sehr weit südlich gerückt an der Stelle auftritt, wo sich der Flysch ausserordentlich ausdehnt und in zwei Züge theilt. Das Merkwürdigste ist die ausserordentlich glaukonit- und eisenreiche Sandsteinfacies, in welcher inmitten der alpin-pelagischen Region diese Ablagerung auftritt. Ich vermuthe daher, dass entsprechend der Linie Oberstdorf-Hohenems wenigstens nach Abschluss der obersten Seewenmergel eine inselartige Trockenlegung derselben stattgefunden hat und das Meer in zwei Theile getheilt wurde. An der Küste des südlichen Armes oder der südlichen Küste dieses jungen flachen Continents haben sich dann die Oberstdorfer Glaukonitsandsteine abgelagert und darüber der Flysch.*)

Die sich hieraus ergebenden unregelmässigen Bewegungen der Kreideufer haben in mancher Hinsicht Aehnlichkeit mit solchen der französisch-belgisch-englischen Kreideküste.

---

*) Auch Vacek (Jahrb. d. k. k. g. R. A. 1879. S. 705) nimmt an, dass das Tithon-Kreidegebirge, an dessen Fuss eben die Oberstdorfer Schichten entwickelt sind, schon zur Kreidezeit seiner Anlage nach gegeben war (vgl. Nachtrag, Cap. XXV).

B. Das Eocän. Uebersicht.

Wir schreiten auch bei der Beschreibung der tertiären Aufschlüsse nach (im Ganzen) ostwestlich verlaufenden Zonen faunistischer und petrographischer Facies-Gleichheit vor und besprechen so die Folge der Zonen: 1. Der Adelholzener Nummuliten-Kalke, 2. Die Eisenärzter Ausbildung, 3. Die Kressenberger Facies mit den untereocänen Grenzsandsteinen, 4. Die südliche Facies mit den untereocänen Grenzsandsteinen und Achthaler Sandsteinen, 5. Stockletten und Granitmarmor, welche letztere Nummer allerdings keiner eigentlichen Zonenbildung mehr angehört, sondern bereits eine obereocäne Unterabtheilung repräsentirt, 6. Den Flysch.

Cap. IX. Die Adelholzener Nummulitenkalkfacies.

Ihre Entwickelung ist begrenzt durch die nördlichste Zone; sie liegen hier überall vom äussersten Westen bis zum äussersten Osten unseres Gebietes den Gerhardsreuter Mergeln auf. Es liegt hier also eine Discordanz vom mittleren Eocän und oberer, aber nicht ganz oberster Kreide vor; sie ist auch stratigraphisch etwas bemerkbar, indem die Götzreuther Schichten zweifellos stärkere Lagerungsstörungen vor der Ablagerung der Adelholzener Schichten erlitten haben. (vgl. voriges Capitel.) Schon v. Gümbel erwähnt das wesentlich verschiedene Einfallen der beiden Complexe an der sonst ganz normalen Zusammengrenzungsfläche im Götzreuther Graben. (vgl. N. Jahrb. für Min. 1865. S. 133.)

In den Adelholzener Schichten lassen sich besonders drei kleinere Stufen unterscheiden: 1) ein glaukonitischer, etwas sandiger Mergel im Hangenden, 2) der eigentliche Nummulitenkalk, 3) ein schwach glaukonitischer, nur in einem Seitengräbchen des Höllgrabens und den Molbertinger Gräben aufgeschlossener, feinkörniger etwas Glimmer führender, thonig-mergeliger Sand. Ebenso ist1) selten gut aufgeschlossen.

In No. 1) findet sich *Scalaria densicostata* Schafhtl., *Terebratulina eudichotoma* Gümb., *Gryphaea Gümbeli* M.-E. als grosse Seltenheiten.

No. 2) besteht fast nur aus Petrefakten; das mergelige, glaukonitische Bindemittel tritt fast ganz zurück; häufig sind die Bestandtheile nachträglich zu einem festen Kalk gehärtet; die Fauna besteht im Wesentlichen aus folgenden Fossilien:

Dentalina truncana Gümb.
Orbitoides ephippium Sow.*
„ *papyracea* Boub. (kleine Var.).*
„ *variecostata* (selten) Gümb.*
„ *stellata* (selten) d'Arch.*
Assilina exponens Sow.*
„ *mamillata* d'Arch.*
„ *spira* de Rois.
Nummuliten perforatus d'Orb. (nicht häufig).*
„ *complanatus* Lamk. (=*Dufrenoyi* d'Arch.)*).
„ *Tchihatcheffi* d'Arch.

*) d'Archiac und v. Gümbel haben diesen Nummuliten als *Num. Dufrenoyi* bezeichnet, De la Harpe als *N. complanatus*; ich folge letzterem Autor, obwohl zu bemerken ist, dass dieser Typus in der vorliegenden Form fast durchweg von dem enge gefassten

Nummuliten striatus d'Orb.
„ *Guettardi* d'Arch. (selten).
Operculina spec. (sehr selten).
Escharina Mariae Gümbel* (*Reptescharinella pusilla* d'Orb.-Schafh. = *Membranipora bipunctata* angewittert).
Serpula aff. *quadricanaliculata* Mnstr.
„ *spirulaea* Lamk.*
Terebratulina eudichotoma v. Gümb. (selten).
Ostrea subhippopodium d'Arch.*
„ *gigantea* Brand.*
„ *rarilamella* Mellev.*
Alectryonia Martinsi d'Arch.*
Cyclostreon parvulum v. Gümb.*
Pecten biarritzensis d'Arch.*
„ *suborbicularis* Mnst.*
Spondylus Schafhäutli Frausch.*
„ *Münsteri* v. Gümb.*
„ *bifrons* Mnst.*
Conoclypus conoideus Ag.*
Echinocyamus aff. *scutatus* Mnstr.

No. 3) ist wieder fossilarm und zeigt:

Orbitoides papyracea Boub.
Assilina spira de Rois.
Num. Guettardi d'Arch.
„ *contortus* Desh.
„ *striatus* d'Orb.
Cyclostreon parvulum v. Gümb.
Vulsella limoides n. spec.
„ *lingulaeformis* d'Arch.
„ *uncinata* Desh. spec.
Spondylus aff. *rugosus* Bell.

Wir hätten demnach im allgemeinen Mitteleocän, das Lutetien vor uns, welches hier unmittelbar auf der Kreide lagert, genauer präcisirt den 5. und 6. Nummulitenhorizont nach de la Harpe; die letzte Schicht bildet keine constante Unterlage und fehlt an vielen Stellen durchaus. Man könnte vielleicht annehmen, dass hier auch noch ein besonderer *Assilinen*-Horizont (No. 4 des Echelle des Numm.) vertreten sei, da die *Complanatus*-Bank selbst hie und da fast ganz als *Assilinen*-Schicht entwickelt ist. Wie wir aber unten sehen werden, ist dies nicht das eigentliche *Assilinen*-Lager.

Was nun die Art der Ablagerung der Fossilien betrifft, so zeigen sich selbst die feinsten Gebilde wohlerhalten und nirgends finden sich Spuren von Geschiebereibung oder dergleichen. Dagegen beweisen die zahlreichen Ansiedelungen von *Bryozoen*, *Serpulen* und kleinen *Monomyariern* auf den *Nummuliten*,

Num. complanatus ebenso abweicht, wie die ihm beigesellte kleinere Form mit der Centralkammer von *Num. Tchihatcheffi*. In Bezug auf die Grösse ist es der *N. complanatus*, auf den centralen Querschnitt der *N. Dufrenoyi*; nur sehr seltene Exemplare sind hier dem *Complanatus* ähnlicher, wie auch den letzteren Arttypus d'Archiac in der That aus Bayern erwähnt; es kann sich daher höchstens um eine unwesentliche Varietät handeln, welche im engsten Abstammungsverhältniss mit dem *N. complanatus* stehen muss.

dass die Ueberdeckung der letzteren durch ihresgleichen jedenfalls langsam vor sich gegangen ist und dass die Zusammenlagerung in dieser Zone nicht weit von dem Lebensaufenthalt der Fossilien stattfand, da die Nummuliten-Paare (*N. complanatus* und *Ass. exponens*) noch meist beisammenliegen. Die Abwesenheit aller über den Begriff einer Schlammbildung hinaus gehenden Schwemmpartikel beweist dasselbe; es ist sogar der eigentliche Schlammabsatz in den Lagen 1 und 3 gering zu nennen. Wir müssen daher annehmen, dass die Schichten der nördlichen Zone in flachen, stillen Küstenstrichen bei sehr langsamer, wenig bewegter Strömung jedenfalls innerhalb einer Brandungszone zur Ablagerung kamen. Die ganze Mächtigkeit dieses Complexes dürfte 15 m nicht übersteigen und ist meist geringer.

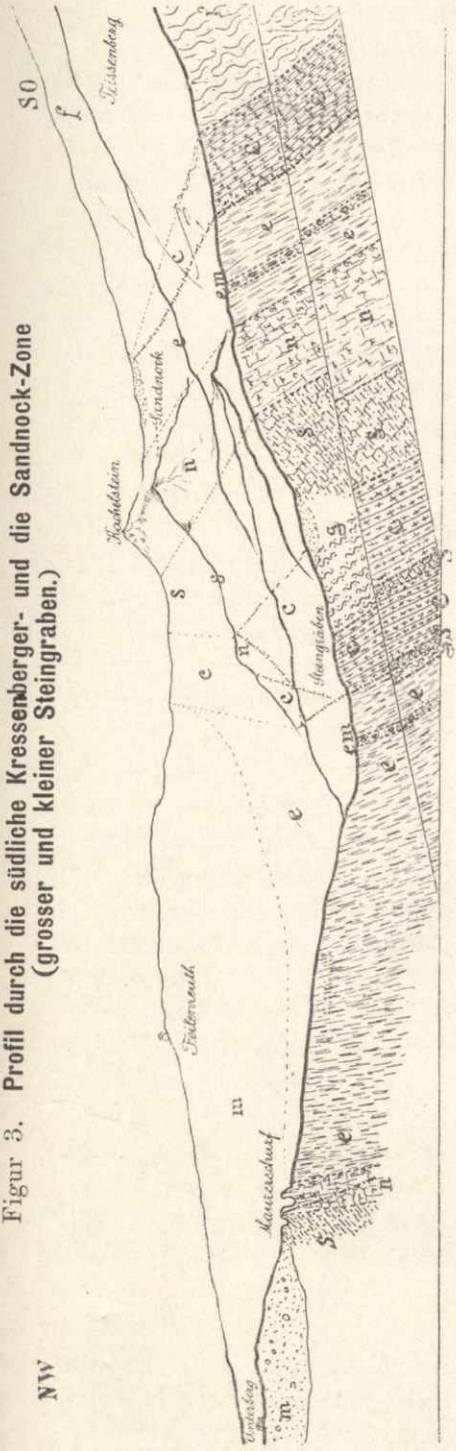
Cap. X. Die Eisenärzter Ausbildung.

Hierzu rechne ich den Aufschluss bei Eisenärzt selbst im weissen Traunthal, den im Wollsberger Graben und am Galon nördlich Hachau, endlich die Aufschlüsse nördlich der Linie Neukirchen-Achthal-Ober-Teisendorf.

Bei Eisenärzt selbst sind zwei scharf getrennte Stufen aufgeschlossen, eine obere Kalkstufe und eine untere Sandsteinstufe. Die erstere entspricht in ihren Einschlüssen durchaus der zweiten mächtigen Stufe der Adelholzener Kalke, d. h. der eigentlichen Nummulitenschicht. Die Fossilien sind viel reicher an Arten, jedoch viel ärmer an Individuen; sie sind in so hartem Kalk, dass ihre Präparation fast unmöglich ist (vgl. Profil Fig. 1 St. 4, Eisenärzt; u. S.).

Unter den *Nummuliten* sind besonders noch *Numm. complanatus*, *Tchihatcheffi*, *perforatus*, *Assilina exponens*, *mamillata* und als Neulinge *Nummulites Murchisoni* Brunn. in ziemlich gleichmässiger Vertheilung, aber in immerhin geringer Zahl zu erwähnen. Die *Orbitoides*-Arten sind durch *Orbitoides patellaris* Schloth. vermehrt. Unter den Echiniden treten noch andere aber nicht zu präparirende Formen neben dem *Conoclypus conoideus* auf; unter den Brachiopoden sehen wir die *Terebratula aequivalvis Schfhtl.*, *subregularis* Mstr.; unter den Pelecypoden den *Pecten Halaensis* Frauscher, *suborbicularis* Mnstr., *Biarritzensis* d'Arch., *Parisiensis* d'Arch., *multistriatus* Desh., *Vulsella falcata* Mnstr., *Cyclostreon internostriatum* Gümb., aber alle ziemlich selten erscheinen; unter den Gastropoden die *Pleurotomaria puncticulosa* v. Gümb. und *Marginella ovum* Schafhtl.; *Bourgeticrinus goniaster* erhält eine ausserordentliche Häufigkeit und verleiht dem bräunlichen, stellenweise grünlich-grauen, sehr festen Kalkstein eine grosse Aehnlichkeit mit den sog. Enzenauer Marmor der Nummulitenschichten bei Tölz. Wir haben hier petrographisch eine entschieden primäre Kalkfacies an Stelle der glaukonitischen Mergelfacies der eigentlichen Adelholzener Schichten, welche nur sekundär als Nummuliten-Lumachelle zu einem Kalke erhärtet ist; seine höchste Mächtigkeit überschreitet 12 m nicht.

Die zweite unter diesem Kalk folgende Stufe ist ein grobkörniger, viele bis bohnengrosse eckige Quarzfragmente haltiger, sehr eisenschüssiger Sandstein, der an einzelnen Stellen, nahe seiner oberen Grenze, stark glaukonitische Einlagerungen oder Abänderungen mit Glimmerpartikelchen führt. An dieser oberen Grenze zeigen sich noch *Nummuliten*, von welchen *Num. biarritzensis* d'Arch. und *N. Kaufmanni* Mayer-Eymar (sehr selten) hervorzuheben ist. Andere Reste von Nummuliten und Conchylien sind ganz unbestimmbar, aber nicht selten; vereinzelte *Lithothamnien* kann man desgleichen beobachten. Nach unten wird



Figur 3. **Profil durch die südliche Kressenberger- und die Sandnock-Zone (grosser und kleiner Steingraben.)**

e (Nierenthalschichten im S. den Flysch unterlagernd), g (Götzreuther und Hachauer Sch. im H. von e), s untereocäne Grenzsandsteine nördlich und in der „Num.-Zone", in der Sandnockzone ist noch ein Theil mitteleocäner Lagen unter s bis zur untersten Mittelschicht einbegriffen) f (Flysch), n (mitteleocäne Schichten, r als unterste rothe Mittelschicht, s als Schwarzerz, g als Grünsandhangendes), e (obereocäne Stockletten mit em Granitmarmor), m (erratisches Diluvium.)

der Sandstein fossilleer und sehr mürb; er wird daher auf der Höhe des Arztberges als Sand abgebaut.

In diesem Sandstein macht sich besonders in der südlichen Hälfte ein stärkerer Eisengehalt bemerkbar, in dem viele vereinzelte Sandkörner und Fossilien (vgl. unten „Kressenberg") mit einer schwachen Eisenkruste überzogen sind. Dieser Eisengehalt ist ausgelaugt und auf den vielen ostwestlich laufenden Spalten, in einem System von Eisenschwarten, abgesetzt; besonders stark ist dies in der Nähe der Eisenärzter Brücke der Fall, wo alte bergmännische Versuchsbauten (Hundelöcher) angelegt sind. Hinter dem Kapellchen tritt eine obere Region dieses liegenden Sandsteins in einer schwachen, in der Karte nicht eingezeichneten Verwerfung etwas verquetscht zu Tage und zeigt sich durchsetzt von Eisenschwarten und Schnüren von Spatheisenstein; eigentlichen Eisenoolith sieht man indess nirgends.

In einem kleinen, von der Höhe herabkommenden Seitenthälchen zunächst Fliegeneck steht eine grobkörnige Geröllage an; dieselbe ist auch in der Kressenberger- und der Sandnock-Zone zu erwähnen (desgl. auch im Grüntengebiet); etwas oberhalb derselben liegt daselbst die Grenze von Mitteleocän und Untereocän; es beweist dies, dass ein gewichtiger Theil des Eisenärzter Sandsteins zum Untereocän gehört; da aber diese Grenze hier nicht wie in der Kressenberger Zone durch das Rothflötz festgesetzt werden kann, so ist in der Eisenärzter Zone durchweg der ganze Sandsteincomplex zum Untereocän gerechnet, was natürlich nicht ganz richtig ist.

In einem Theil dieser Stufe hätten wir wohl die dritte Stufe der Adelholzener Schichten (welche daselbst nur schwach und vereinzelt auftritt), in einer grobkörnigen Sandsteinfacies von so grosser Mächtigkeit,

dass schon hierdurch verständlich wird, dass in ihr jedenfalls noch weitere tiefere Stufen, wie erwähnt, eingeschlossen sind. Die erste Stufe der Adelholzener Schichten ist hier nicht aufgeschlossen; wir können sie auch nicht erwarten, da sie im Streichen des Traunthales liegt und schon von den diluvialen Thalfluthen vollständig weggewaschen sein muss.

Der Wollsberger Graben zeigt den zweiten Aufschluss in dieser Facies. Hier haben wir oben schwach die glaukonitischen Mergelfacies mit *Orbitoides ephippium*, *Ass. exponens* und *mamillata*, *Pecten suborbicularis*, *Cardium Plumsteadiense* Sow., *Spondylus Münsteri* Gümb., *Conus pyramidalis* Mnstr., *Turritella*-spec., *Terebratula aequivalvis* Schfhtl., *Conoclypus conoideus* Ag.; an der Basis dieser 3 m betragenden Lage findet sich ausschliesslich eine Assilinenbank, welche wie an einzelnen anderen Stellen den *Complanatus*-Horizont vertritt (1 m). Darunter folgt ein 3 m mächtiger Nummulitenkalk in einer Mittelbildung zwischen der Eisenärzter und Adelholzener Facies. Bemerkenswerth ist hier sein Auftreten von einem stellenweise sehr harten glaukonitischen Sandstein mit *Num. perforatus*, *Orbitoides papyracea*, *Assilina exponens* und *spira*, eine Differenzirung, welche sich schon im Schönecker Seitengraben (südlich vom Lechner, östlichster Punkt) vorbereitet; der Punkt am Lechner ist etwas südwestlich vom Wollsberggraben gelegen, gehört aber noch zur nördlichen Zone, in welche auch die Götzreuther Schichten und die Adelholzener Schichten folgen. Der Wollsberggraben gehört indessen zu dem nach Nordosten vorgeschobenen Hachauer Einbruchsgebiet der rothen Traun.

Die Eisenärzter Facies zeigt hier sich indessen besonders im Liegenden dieser Nummulitenkalke; es sind dies 10—15 m mächtige eisenschüssige grobkörnige Sandsteine mit wenigen ausgelaugten *Nummuliten*.

Hierbei erwähnen wir auch zuerst ein tieferes Eocänglied, welches in geringer Mächtigkeit von etwa 5 m sich zwischen die Götzreuter Schichten und die eben erwähnten Eisensandsteine einschiebt; es sind schwarzblaue, glimmerreiche Mergel mit grauen, sehr festen Sandsteinabänderungen; es sind Fossilien in ihnen enthalten, welche aber nicht sicher zu bestimmen sind; die Angehörigkeit zum Tertiär wird aber auch schon an dieser Stelle durch das Vorhandensein von Nummuliten (spec.?) festgestellt. Diese Sandsteine und Mergel treten zuerst an der südlichsten Grenze der Bergen-Adelholzener *Nummuliten*-Züge (in der Linie: Oed-Bichler Graben) auf und zeigen sich als ein neues, zwischen Kreide und Parisien, südlich davon eingeschaltetes Glied der eocänen Tertiärablagerungen. (Vergl. oben S. 11 Anm.)

Die Mergel unterscheiden sich von den darunter liegenden Götzreuter Schichten durch den stärkeren Sandgehalt und das Auftreten grösserer Glimmerblättchen und beweisen, dass sie nicht den aufgewühlten cretacischen Untergrund repräsentiren. Wir werden noch sehen, dass sie der Londonstufe entsprechen.

Wenn die Aufschlüsse im Wollsberggraben in der oberen Abtheilung, besonders was das Verhältniss der Nummulitenansammlungen zu der Masse der Gesteinsbildung betrifft, die Eisenärzter Facies nicht ganz repräsentiren, so ist dies doch am Galon, einem mehr südlich gelegenen Punkte, sehr deutlich der Fall. Das Unterste vom Wollsberggraben ist nicht aufgeschlossen, von den grobkörnigen Eisensandsteinen mit zum Theil ausgelaugten, zum Theil schlecht erhaltenen unbestimmbaren mittelgrossen Nummuliten (kleine N. *perforatus* oder

biarritzensis ?) sind 4 m aufgeschlossen; auf diese folgte eine Grenzbildung sehr eisenschüssiger, unregelmässig dünnplattiger Sandsteine (1,5 m) mit einzelnen Perforaten, welche rasch in ca. 3 m, oberflächlich gelbliche, inwendig blaugraue, unregelmässig plattig und schollig zerfallende, feinsandige, feinglimmerige Kalke übergehen, sie enthalten massenhaft *Dentalien*, seltener *Numm. biarritzensis* und *Ass. Leymeriei.* Darüber folgen dann, ein grauer, schwach glaukonitischer, massiger Kalksandstein oder sandiger Kalk mit *Numm. distans*, welcher den *Complanatus*-Kalk von Eisenärzt (ca. 5 m) vertritt. Neu ist hier die kalkige Entwickelung an der oberen Grenze der Eisensandsteine, welche den unregelmässigen glaukonitischen Sandmergelzügen bei Eisenärzt entspricht. Diese Differenzirung tritt auch in der nächsten Region der Eisenärzter Facies in wechselnder Weise auf und ist überhaupt weit verbreitet.

Der dritte Zug der Eisenärzter Ausbildung nördlich der Linie Neukirchen-Achthal-Ober-Teisendorf ist bezeichnet durch die Aufschlüsse von Leiten, Gierstling und die der Teisendorfer Brüche mit ihrer westlichen Fortsetzung.

Wir haben hier genau dieselbe Trennung in zwei Hauptstufen, wie bei Eisenärzt. Beide Stufen haben die gleiche Ausbildung und Mächtigkeit wie bei Eisenärzt, auch die Fauna verhält sich gleich; man kann sogar zwischen Leiten und Gierstling viel mehr wie am Wollsberg und Galon von einer Identität der Facies sprechen.

Ein Steinbruch bei Vorderleiten giebt Aufschluss über die westliche Ausbildung in diesem Zuge. Zuoberst haben wir 10 m mächtig einen lagen- und stellenweise schwach oder stärker sandigen, mergeligen und glaukonitischen, oder ganz reinen Kalk mit *Num. distans* (selten), *Tchihatcheffi*, *Murchisoni* (häufig), *Num. biarritzensis* und *perforatus;* daneben *Orbitoides ephippium*, *papyracea*, *stellaris*, *Spondylus Schafhäutli*, *Gryphaea Gümbeli*, *Terebratula aequivalvis* und den anderen bei Eisenärzt schon erwähnten Fossilien. Darunter folgen wenigstens 20 m massige, hellgrüne bis graue, glaukonitische, glimmerführende Sandsteine mit undeutlicher Schichtung.

Für die östliche Fortsetzung geben die Steinbrüche bei Ober-Teisendorf nordwestlich der Kumpfmühle Aufschluss.

Die Stufenreihe beginnt hier mit Stufe 3) des Eisenärzter Schemas, sie zeigt zwar immer noch den Eisenärzter Typus, aber innerhalb derselben eine schärfere Differenzirung. Die oberste Region, die bei Eisenärzt glaukonitisch-mergelige Sandzüge zeigt, ist hier als ein schwächer sandiger, aber immerhin grobkörniger, glimmerreicher, glaukonitischer Kalk entwickelt (2—3 m); ausser den bei Eisenärzt erwähnten *Nummuliten* und unbestimmbaren Einzelkorallen findet sich nichts als die *Alveolina oblonga* Desh., welche ich hier an einziger Stelle im ganzen Gebiet constatiren konnte; es ist mir wahrscheinlich, dass andere erwähnte Aufschlüsse über Tag für dieses Fossil sich auf diesen einzigen Fundpunkt beziehen.

Diese Lage tritt auch im Hangenden des alten Steinbruchs nordnordwestlich Gierstling, am Hang nach dem Thumberger Wald, in etwas thonreicherer Abänderung auf und entspricht dem sandigen Dentalienkalk vom Galon.

Darauf folgen braungrüne, etwas eisenschüssige dickbankige Sandsteine, ohne alle Einschlüsse (4—5 m) und hellgelbe glimmerige, mürbe Sandsteine

mit Thongallen und ausgewitterten Schalen (besonders Echiniden-Fragmenten), 10 m. Diese Lage setzt sich fast ununterbrochen westlich nach dem alten Thumberg-Gierstlinger Steinbruch (Hang nach dem Leitenbach) fort.

Nördlich von diesem Zug sind die Reste eines dritten Zuges der Eisenärzter Ausbildung eng an ihn angelagert.

Wir haben also in zwei Bezirken nicht unbedeutenden Flächenumfanges, im Norden die Adelholzener Mergelfacies mit vollständigem Eisenmangel, im Süden die Eisenärzter Kalk- und Sandfacies mit plötzlich angewachsenem Eisengehalt. Wenn wir daher erstere als eine Ablagerung in stilleren, nur flach überschwemmten Buchten eines wenig unebenen Litoralbodens ansehen können, welche zugleich die Lebensstätte der in ihrer Fauna enthaltenen Fossilien bildete, massenhafte Entwicklung von Individuen begünstigte und nur geringe Differenzirungen in der Ablagerung (gar keine Schichtung) selbst zeigt, sehen wir die Eisenärzter Facies als eine Ablagerung einer die äussere Grenzlinie dieses Flachstriches tangential streifenden, ausserhalb der Brandung hinziehenden stärkeren pelagischen*) Strömung an, welche während der Stufen 1) und 2) Kalkschlamm treibend, stark organische Reste zertrümmernd und durch Anschwemmung ihres feinen Detritus organogen kalkbildend war, dabei immerhin auch viele Sandkörner führte, während die Stufe 3) mit wilderer Fluth wirkte und von weither gröbere Quarzstücke anflötzte. In ihrem Bereich konnte natürlich kein ganz ruhiges Leben stattfinden, wir finden daher zum Theil nur eine Auslese der nördlich anstehenden Fossilien in grossen Fragmenten in ziemlich gleichmässiger Vertheilung von Osten und Norden in diese südliche Zone hereingezogen und zum Theil von geschützteren Stellen her neue Vertreter des Lebens im offenen Meere auftreten.

Hierdurch wird zum ersten Male in unserer Darstellung auch für die Tertiärbildungen nahe gelegt, dass wir in den beiden besprochenen Ausbildungen unseres Gebiets Unterschiede vor uns haben, welche nur von einer nördlichen Küstenregion des hypothetischen vindelicischen Festlandes abzuleiten sind. Wir können sogar aussagen, dass die Ablagerung besonders der grobkörnigen Sandmassen der zweiten Zone südlich von einem Steilabfall (vgl. oben Cap. VIII. S. 23.) dieser Küstenregion hat stattfinden müssen; es hätten sonst nothwendig, wenn derselbe nicht eine Barre gegen die starke Strömung des offenen Meeres gebildet hätte, in der Unterlage der nahe gelegenen Adelholzener Schichten bemerkbare Sandlager gebildet werden müssen.

Statt dessen findet sich in der Adelholzener *Complanaten*-Facies selbst kein Sandkörnchen, (wie auch Kalkschlamm und Detritus-Material fast ganz fehlt)**) weiterhin darunter keine Unterlage oder an einzelnen Stellen ein minimal ent-

---

*) Ich gebrauche hier und fast allenthalben in diesem Text den Ausdruck „pelagisch" nur relativ, im Gegensatz zu mehr „litoral" gelegenen Meeresstrichen; von solchen dürfte die Adelholzener Zone am meisten litoral liegen und direct „litoral" genannt werden.

**) Bemerkenswerth ist, dass in den Adelholzener Schichten unseres Gebietes keine *Lithothamnien* vorkommen, die in der unteren Hälfte der Eisenärzter Facies und dem Grenzsandstein stets vereinzelt und am Jobsten Bruch in letzteren Schichten in einem gewaltigen Lager auftreten; im Grüntengebiet treten sie desgleichen in dem Eisenärzter Kalk massenhaft auf; es ist dies verständlich, wenn man bedenkt, dass, wie J. Walther betont, die *Lithothamnien* lichtscheue, trübe Gebiete liebende Kalkalgen sind, also in dem Ablagerungsgebiet der Adelholzener Facies, einem durch keine Schlammströmung getrübten, diaphanen Flachgebiet, fehlen müssen.

wickelter, ganz feinkörniger Sand. Die unteren grobkörnigen Sande der Eisenärzter Facies werden also südlich des Steilabfalls abgelagert und nur in der höheren Wasserschicht suspendirter, feiner Sandschlamm überschritt örtlich vereinzelt diese Küstenmauer in kleinen flachen Einbuchtungen, deren Vorhandensein wir schon bei der Betrachtung der Hachauer Schichten betonten. Zur Zeit der zweiten Hauptstufe der Adelholzener — Eisenärzter Facies, war indessen das vorher trockene cretacische Küstengebiet unter Wasser gesetzt, wohl in Folge der Bildung einer Art Kontinentalstufe nach J. Walthers Auffassung (vgl. Einleit. in die Geolog. S. 19), wobei aber Senkungen jedenfalls nicht gefehlt haben. (vgl. Cap. XV. Die Erzbildung etc.)

Endlich werden wir sehen, dass die geringe Schichtendifferenzirung in der Eisenärzter Facies gegenüber der starken Schichtung der südlicheren Zonen nur durch die Thatsache dieser starken Küstenbarre erklärt werden kann. Die Reflexion der hier stattfindenden Brandung lässt nur die feineren Theilchen welche in der oberen Wasserschicht suspendirt sind, wieder zurückkehren, sie werden durch eine Art „Küstenstrom" wieder fortgeführt, der am Boden fortbewegte Sand dagegen bleibt liegen; da etwaiger Schlamm auch immer wieder aufgewühlt wird, so haben wir hier eine ununterbrochene Sandfacies.

Ich darf noch bemerken, dass diese Zonentrennung nicht local ist; auch nördlich von der Neubeurer Kressenberg-Sandnockfacies macht Schlosser auf Adelholzener *Assilinen*-Kalk aufmerksam, der unmittelbar auf Kreide liegt, in welchem auch *N. complanatus* durchaus nicht selten ist. Petrographisch und faunistisch liegt hier genau derselbe Gegensatz vor und erlaubt nur eine — die hier vorgetragene — Deutung. Auch im Tölzer Gebiet scheint dies ähnlich zu liegen.

Cap. XI. Die Kressenberger Facies.

In allen vorhergehenden Fällen haben wir das Hangende der besprochenen Schichten bis jetzt ganz ausser Acht gelassen; es sind dies für beide Ausbildungen die Granitmarmor-Stockletten. Sie bilden im ganzen Siegsdorfer Gebiet das Hangende der Adelholzener Facies; desgleichen zeigen sie sich an der südlicheren Eisenärzter Ausbildung im Wollsberggraben und zwischen Neukirchen und Teisendorf als das Hangende derselben, wie deren Liegendes die Kreide des Leitenbachgrabens ist. Wenn wir nun das Gebiet des Teisenbergs betreten, so haben wir zwei Zonen, deren Liegendes die Kreide und deren Hangendes die Granitmarmorstockletten bilden; das erste ist das eigentliche Kressenberger Flötzgebiet, das zweite ist das Sandnock-Kachelstein-Gebiet, welches wir im nächsten Abschnitt als südlichste Zone behandeln.

Das Kressenberger Gebiet, das uns zunächst beschäftigt, ist in zwei Grubenfelder, das ärarialische und gewerkschaftliche, getrennt. Den wichtigsten Aufschluss im ersteren zeigt der Kressengraben, in welchem nun kürzlich durch Einstürze der verlassenen Baue zum Theil sehr gute Aufschlüsse über Tag studirt werden konnten vgl. Fig. 2. Prof. d. d. Kressengr. S. 14.

Das Liegende der Schichten im Kressengraben bilden Götzreuther Mergel, welche in einem Graben auf dem Wege nach Plerreit aufgeschlossen sind und sich offenbar den Schichten im Pattenauer Stollen anschliessen. Nach kurzem aufschlusslosem Zwischenraum stehen im Kressengraben zuerst am westlichen Hang:

Die Kressenberger Facies

1. Schwarze, sandige, glimmerige Mergel mit Einlagerungen von Kalkknollen an, welche schwer bestimmbare Einzelkorallen bergen. ca. 25 m.

Diese Lagen sind schon tertiäre; in nordöstlichen Fortstreichen nach der Weitwies stehen sie noch hinter dem Grubenhause an und enden mit einer 0,5 m dicken festen Bank eines graugrünen bis gelblichen, glimmerreichen, feinkörnigen bis grobkörnigen, Lithothamnien, Serpulen, Austern und wenige andere Lamellibranchiaten führenden kalkigen Sandsteins; er bildet hier das unmittelbar Liegende des nächsten Complexes; auch von hier ist eine seltene Koralle zu erwähnen, welche der *Balanophyllia desmophyllum* M. Edw. et H. sehr nahe steht (Fig. 2 S. 14, N. S. II.).

Ihm folgt im Kressengraben und der Weitwies nach kleinem Zwischenraum:

2. Ein gelber, sandiger, nach oben sandarmer bis sandfreier Kalkstein, dessen Gefüge hauptsächlich aus Trümmern von Lithothamnien besteht; er führt *Crania Kressenbergensis* Gümb., zahlreiche Bryozoen und nur wenige andere Fossilien. ung 5 m.

Fig. 2, N. S. I. Darüber folgt:

3. der Bau des Ferdinand-Flötzes, rothes Erz.
   a) Ein rother erzreicher Sandstein mit *Nummuliten* und anderen Fossilien als Liegendstes. 0,5 m.
   b) Hauptbau des Ferdinandflötzes, erzreiche Sandsteinlage (Nebentrumm) ung. 2,00 m.
   c) erzärmerer Sandstein als b) mit mehr Fossilien. 1,00 m.
   d) Zweite Haupterzlage. 0,5 m.
   e) Schicht mit isolirten Sandsteinknollen mit einer starken Erzkruste, neben den rothen Erzen kommen auch Nester mit schwarzem Erz vor. Fig 2, N. IV. 0,2 m.
4. Grobkörniger, schon glimmerführender, schwarzgrüner bis gelblicher, eisenarmer Sandstein, stellenweise weicher werdend, mit *Orbitoiden* und *Assilinen* in mehreren Bänken. Fig. 2 N. III ung. 1,5 m.
5. Eigentliche, untere *Assilinen*-Bank, erzhaltig, an einzelnen Stellen röthlich gefärbt (nach Osten als Mittelflötz abgebaut). 0,25 m.
6. Bläulige bis bräunlich-schwarze sandige Mergel mit kleinstem Glimmer, mit Erzkörnchen und -Knöllchen, in einer Lage dicker Sandsteinknollen (mit einer Erzkruste) endigend. 1,00 m.
7. Bau des Emanuel-Flötzes, schwarzes Erz, bestehend aus einem Wechsel von Erzlagen mit grossen *Orbitoides papyracea*, *Num. perforata* und *Num. laevigata* und sehr wenigen anderen Fossilien; oben stellen sich kalkige, nicht mehr abbauwürdige Zwischenbänke ein, die sich aber von den eigentlichen Erzlagen sonst nicht unterscheiden (Fig. 2, N. II.). ung. 4 m.
8. Braune grobkörnige Hangendbank des Flötzes, oben mit röthlichem Bindemittel, nach unten schwärzlich, wenig Eisenkörnchen mit *Gryphaea Gümbeli* M. E., *Spondylus Münsteri*

Gümb., *Num. perforatus* und dem ersten Auftreten von grossen, complanaten *Nummuliten*, dem *Num. distans*, sogleich in grosser Zahl. 1,5 m.

9. Sandiger Kalk mit einzelnen Erzkörnchen und vereinzelten *Num. perforatus*. 2 m.
10. Sandarmer, sehr harter Kalk mit *Num. perforatus*, *Orbitoides papyracea* und *Conoclypus conoideus*.
11. Oben weicher glaukonitischer Mergel, der nach unten allmählich in einen harten Kalk mit gleicher Vertheilung des Glaukonits übergeht; einzelne Quarzkörner. Im ersteren kommen nicht nur die Fossilien von Eisenärzt vor, sondern fast alle die unter dem Titel Emanuelflötz-Kressenberg in den Sammlungen cursirenden Mollusken in Schalen und hauptsächlich Steinkernen. Der *Num. distans* ist hier viel seltener und die *Assilina exponens* mit ihrer Begleitform desgleichen (Fig. 2, nsi = 8) bis 11). 3 m.
12. Darüber liegen auf der östlichen Grabenseite graue Mergel in geringer Ausdehnung, aber ganz von dem Typus der über der Adelholzener und Eisenärzter Ausbildung liegenden Stockletten (mit Granitmarmor). (Fig. 2, e.) ung. 4 m.
13. Folgt darüber auf der östlichen Thalseite ein gelber Kalkstein, in seiner Bildung und dem Inhalt ganz demjenigen unter 2. dieses Profils erwähnten entsprechend, in ihm ist ein Steinbruch angelegt. (Bruch am Goepel.) ung. 8 m.

Westlich sind die Stockletten No. 12 über den Grünsandmergeln No. 11 nicht vorhanden, und etwa der oberen Grenze von 13 östlich entsprechend haben wir hier zuerst:

a) Eine grobkörnige braune Sandsteinbank. 1 m.
b) Eine erzkörnerführende, braune u. bläulich-schwarze Sandmergellage mit einzelnen Lettenschmitzen. 0,25 m.
c) Eine feste braune, einzelne kleine *Nummuliten* führende Sandsteinbank. 0,75 m.
d) Wieder eine glimmerführende und mergelige Zwischenlage. 0,25 m.
e) Röthlich brauner Kalksandstein. 4 m.

Den Zusammenhang dieser Schichten mit denen des Kalksteinbruches der Ostseite werden wir unten erörtern.

14. Darauf folgt ein rothes Erzflötz unmittelbar auf beiden Seiten des Grabens. ung. 3 m.
15. Von neuem Aufschlüsse im eingesunkenen Bau des rothen Karlflötzes, von welchen es fraglich ist, ob sie die Fortsetzung von No. 14 darstellen. ung. 3 m.
16. Unmittelbar hierauf folgen zuerst gelbbraune, nachher gelbe Kalke und Kalksandsteine, von denen die ersteren sich vollständig mit denen unter 2. und 13. decken; auch hier ist die *Crania Kressenbergensis* Gümb. als bezeichnendes Fossil vorhanden. ung. 14 m.

Nun folgt im Graben ung. 20 m verdecktes Terrain und die neuen Aufschlüsse beginnen darnach wieder im Bachbett.

17. Oben bröckelige, mergelige, unten härtere bläulich-schwarzbraune Kalksandsteine mit lockeren Einlagerungen und der *Exogyra eversa* Dsh. ung. 9 m.

Auf einem Weg, der am Osthang des Grabens nach der Weitwies zu abbiegt und wegen der Krümmung des „Maxhackens" in die liegenderen Schichten führt, sind auf weitere Ausdehnung eisenschüssig verwitternde, glimmerreiche, sandige Mergelschichten aufgeschlossen, welche im Ludwigs-Querschlage unterm Kressengraben und dem Baustollen der Weitwies als „Stockletten" *) angeführt werden.

18. Eisenbrauner, glimmerführender Kalksandstein. 1 m.
19. Dunkele, glaukonitische, grobkörnige Sandsteine, kalkig gebunden nach unten feinkörniger und in festen eisenbraunen Sandstein übergehend. ung. 8 m.
20. Sandige Schicht mit schwachem Kalkbindemittel. ung. 4 m.
21. Bereich des Josephsflötzes:
    a) Oben braune bis braunrothe sandige Schicht mit grösserem Erzreichthum und grossen Austern. ung. 2 m.
    b) Grobsandige Lage, welche 2 m.
    c) nach unten sich mit Versteinerungen anreichert.

    Darüber folgt eine Pause im Aufschluss von 8 m, die wir unten nach den Aufschlüssen im Bergbau besprechen werden, darnach folgt:
22. Der Bau des Maxflötzes mit einem Einbruchsaufschluss von ung. 3 m. und mit den gleichen Fossilien wie im Emanuelflötz.
23. Darüber eine graue hangende Kalkschicht mit vereinzelten Quarzkörnern und wenig Glaukonit, welche, zwar nicht besonders gut aufgeschlossen, doch sehr viel Aehnlichkeit mit den Hangendschichten 8., 9., 10. des Emanuelflötzes hat. Eine Grünmergelschicht ist hier nicht aufgeschlossen, aber im Bergbau als hangendste Lage nachgewiesen.
24. Darüber folgt nun wirklicher Stockletten, welcher in grösserer Entfernung in der That Granitmarmor führt.

Wenn man diese beiden Hauptflötzcomplexe vergleicht, so erkennt man eine ausserordentlich gleichartige Folge der einzelnen Schichten. Hierbei ist zuerst zu bedenken, dass es durch den Bergbau selbst nachgewiesen werden konnte, dass das Karlsflötz (No. 15 unseres Profils) der in einem Hacken nach Norden um- und nach Osten zurückgebogene Gang des Josephsflötzes ist (vgl. v. Gümbel, Geogn. Beschr. des Alp.-Geb. 1861. S. 648). Diese gewaltige Hackenbiegung kann natürlich nur in Begleitung einer grossen Störung entstanden sein; eine Muldung ist ausgeschlossen, da weder in dem zunächstliegenden Ludwigsquerschlage, der die ganze beschriebene Schichtenfolge etwas weiter

*) Es ist gleich zu bemerken, dass dieser Ausdruck mit den oben erwähnten Granitmarmorstockletten nichts gemein hat; er ist in den älteren Bergbauprofilen überall da angewandt, wo zwischen bergfesten Sandsteincomplexen weichere Schichten auftreten und eine Ausmauerung nothwendig war; unter diesem Ausdruck gehen die verschiedenartigsten Dinge weshalb wir ihn nur in der Bedeutung der obereocänen Stockletten gebrauchen und mit „Stockletten" kurzweg die obereocänen meinen.

östlich durchkreuzt, noch in den beiden Baustollen an der Weitwies eine Fortsetzung nachgewiesen werden konnte. Darnach kann nur eine starke, nahezu streichende Längsverwerfung mit dieser Hackenbildung zusammenhängen. Es ist also hier zweifellos keine normale Folge zwischen dem Max-Joseph- und dem Emanuel-Ferdinand-Complex und es scheint eine Wiederholung ganz gleicher Niveaus hier von vorne herein durchaus nicht ausgeschlossen.

Vergleichen wir einstweilen, ohne auf die Versteinerungen einzugehen, die Schichtenfolge.

Schicht No. 1 entspricht den im Osthang des Grabens liegenden glimmerführenden gelben Mergeln von 17., welche der Hackenumbiegung des Maxcomplexes nach im Liegenden der auch unter 17. und 18. erwähnten, etwas grobkörnigen Kalksandsteinen liegen und in der Weitwies ihre Parallele haben.

No. 2 entspricht der Lage No. 19 und 20 als unmittelbar Liegendes des rothen Josephsflötzes und weiterhin der ganz entsprechenden Lage im Liegenden des im Hacken umgebogenen rothen Karl-(Joseph-)Flötzes (No. 16) mit *Crania Kressenbergensis* Gümb.

No. 21 (Josephsflötz) entspricht an Mächtigkeit und Ausbildung dem rothen Ferdinand-Flötz (No. 3) fast vollkommen.

No. 4—6 über dem Ferdinand-Flötz unseres Profils sind im Maxcomplex über dem Josephs-Flötz nicht aufgeschlossen, können aber durch das Profil im Bergbau einigermaassen ergänzt werden. Wir haben hier (vergl. v. Gümbel, Geogn. Beschr. d. b. Alp.-Geb. S. 649) a) graugrünen, mergeligen Sandstein, b) Josephinebentrum mit schwarzen Erzen, c) festen, grobkörnigen Sandstein, d) grünlich grauen thonigen Sandstein, wovon sich 4. mit a), 5. mit c), 6. mit d) ziemlich allen Anforderungen nach decken, b) scheint eine Differenzirung von 5. zu sein, wo wir oben eine schwache Entwickelung von Erz erwähnen konnten (Mittelflötz).

No. 7 (das Emanuelflötz) stimmt in der Mächtigkeit und dem Inhalt ganz mit dem Maxflötz No. 22 überein.

No. 8—12 des Emanuelcomplexes sind über dem Maxflötz über Tag schlecht aufgeschlossen, doch hilft uns auch hier das Profil des Bergbaus, v. Gümb. l. c. S. 649:

a) grober Sandstein, nach oben roth,
b) Maxnebentrum, Schwarzerz,
c) grüner, mergeliger Sandstein mit Versteinerungen.

Hiermit vergleichen wir mit a) No. 8 im Emanuelhangenden, b) mit No. 9 c) mit No. 10—11, welche eigentlich einen einheitlichen Complex bilden.

Wenn nun früher nach den älteren Aufschlüssen noch einige Zweifel über die Identität der beiden Flötzcomplexe ausgesprochen werden konnten (vergl. v. Gümbel, l. c. S. 649), so sind nach diesen neuen Aufschlüssen wohl die Zweifel geschwunden. Es ist nun die Frage, ob es nach dem bisherigen möglich ist oder scheint, dass in den Schichten der Pariser Stufe eine völlige Wiederholung zweier Complexe (im Hinblick auf die Adelholzener und Eisenärzter Ausbildung) in normaler Ablagerungsfolge übereinanderliege.

Wir wollen hierbei einstweilen von dem erwähnten Nachweis einer gewaltigen Längsverwerfung zwischen beiden Complexen absehen und einen Vergleich mit der Eisenärzter Ausbildung durchführen. Wir wissen, dass dieselbe in einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 30 m am Galon-Wollsberg und bei Leiten-Teisen-

dorf zum Hangenden Stockletten mit Granitmarmor, zum Liegenden Kreidemergel hat. Die untersten Lagen, schwarze, sandige, lettige Mergel, haben wir im Emanuelcomplex zunächst über der Kreide und auch als Unterstes im Winkel des Maxhackens. — Darauf folgt in der Eisenärzter Ausbildung der grobkörnige Eisensandstein, welcher an der Basis an einzelnen Stellen *Lithothamnien* führt; er zeigt sich an diesem Niveau als Parallele des auf 1. folgenden gelben Kalkes mit *Lithothamnien*-Fragmenten. Derselbe grobkörnige Eisensandstein zeigt bei Eisenärzt, am Galon und in den Teisendorfer Brüchen oben eine Anreicherung von Eisenerzkörnern, was als Beginn des Rotherzflötzes betrachtet werden muss. Darüber folgen, besonders am Galon und den Teisendorfer Brüchen in sehr bemerkbarer Differenzirung hervorgehoben, mergelige Lagen mit einem auffallenden Glimmergehalt, das Lager der *Alveolina oblonga* bei Teisendorf. Dieses Lager entspricht den Lagen zwischen dem Emanuel- und Ferdinand-Flötz und ist hier gemäss den schon bemerkten schärferen Schichtdifferenzirungen in sich wieder in den verschiedenen, aber eng zu einander gehörigen „Mittellagen" zwischen den beiden Flötzen differenzirt. Die bei Eisenärzt erwähnte Region mit incrustirten Sandsteinknöllchen und Quarzkörnern (was man nicht häufig in unserem Gebiet antrifft) dürfte hierfür auch sprechen. Hierauf folgt das Schwarzerz mit den massenhaften *Orb. papyracea* und *Numm. perforatus;* ich habe schon bei der Besprechung der untersten über dem Eisensandstein am Wollsberggraben liegenden wohl differenzirten *Perforatus*-Lager (mit massenhaftem Glaukonit) ausgesprochen, dass dies als eine Vorbereitung der Kressenberger Verhältnisse angesehen werden müsse, wenn sie auch unmittelbar als eine Parallele mit dem Emanuelflötz nicht gelten kann. Die ebensowohl differenzirte hangende Lage des Flötzes möchte ich eher mit dieser Wollsberger unteren Schicht für identisch halten; auch sie führt stellenweise massenhaft Perforaten; das Schwarzflötz selbst ist eine ganz eigenartige Bildung, welche viel eher als ein Abschluss der Perioden der Mittellagen gelten kann (vgl. unten). Darauf folgt nun im Kressengraben eine Schichtreihe, welche trotz der in ihr sich aussprechenden Lagen-Differenzirungen an keinem Punkt die vollständige Parallele mit der obersten Region der Eisenärzter Ausbildung verleugnen kann, die Region des *Numm. distans*, welche auch in ihrer Mächtigkeit auf die Hauptentwickelung in der Adelholzener Mergelfacies hinweist. Die oberste Lage im Wollsberggraben entspricht auch den ausnahmsweise in ihnen auftretenden Gasteropoden der obersten Grünsandmergelschicht über dem Emanuel-Flötz. An beiden Stellen folgen nun Stockletten, im Kressengraben fehlt über dem Emanuelcomplex ein Granitmarmor; der Stockletten ist auch hier durch die erwähnte Verwerfung beschnitten und tritt auf der Westseite des Platzes am Goepel schon nicht mehr auf.

Da nun ganz dieselben Vergleiche für den Maxcomplex gelten und hier Stockletten thatsächlich mit Granitmarmor folgen, so können wir die Schlussfolgerung ziehen, dass beide Complexe des Emanuel-Ferdinand-Flötzes und des Max-Josefs-Flötzes jeder für sich der die Pariser Stufe zwischen obereocänen Stockletten mit Granitmarmor und Kreide ausmachenden Eisenärzter Facies darstellen, dass ihre Unterschiede in fortschreitender Differenzirung einer südlich von dem Eisenärzter Faciesbereich gelegenen Zone zu suchen sind; sie würden hier in ähnlicher Weise auf einander folgen, wie die durch Kreidelagen getrennten Adelholzener Complexe im Bergener Hügelland oder der drei Eisenärzter

Complexe südlich Achthal-Teisendorf, d. h. in Folge von einer Längsverwerfung, welche schon lange ohne Rücksicht auf die Betrachtung der Wiederholung der beiden Complexe rein nach bergbaulich festgestellten tektonischen Anzeichen bekannt ist. Dass es eine Längsverwerfung ist, beweist der Umstand, dass weder das Emanuel-Flötz in seinem südwestlichen Fortstreichen, noch das Max-Flötz in seinem nordöstlichen Fortstreichen nach den bergbaulichen Feststellungen eine der gewaltigen Störung des Maxhackens entsprechende Querstörung zeigen. Für ein geschlepptes Stück dieses Hackens halte ich die Kalksteine vom Bruch am Goepel, die in ihrem Hangenden wahrscheinlich noch ein Stück eines Rothflötzes haben, welches an das umgebogene rothe Karl-(Josefs-)Flötz sich anlegt. Eigentlich sollte man hier zuerst noch das schwarze Albrechtflötz erwarten; dasselbe ist zwar im Bergbau nachgewiesen (vgl. Profil S. 14, wo es schematisch eingezeichnet ist), erreicht aber den Kressengraben nicht mehr, was auf eine weitere Verwerfung schliessen lässt, welche zwischen den Kalksandsteinen des Bruches am Goepel und dem Karl-Flötz hinstreicht.

Wir wollen noch kurz die Fossilien (abgesehen von den Nummuliten, welche unten eine eingehendere Betrachtung erhalten) berücksichtigen und beschränken uns auf die wichtigsten und verbreitetsten Formen, welche man selbst bei kürzerem Aufenthalt an Ort und Stelle sammeln kann.

Im Liegenden des Ferdinand-Flötzes (No. 2) haben wir schon die *Crania Kressenbergensis* Gümbel erwähnt, welche auch im Liegenden des südlicheren Erzzuges des rothen Karls-Flötzes häufig vorkommt.

Das rothe Ferdinand-Flötz selbst zeigt eine reiche *Echiniden*-Fauna und unter den Conchylien sind es ganz besonders grosse Riesenformen, welche es beherbergt. *Prenaster alpinus* Des., *Echinanthus Cuvieri* Des. *Echinolampas subcylindricus* Des., *Nautilus ellipticus* Schfhtl., *Spondylus subradula* n. sp., *Vulsella falcata* Mstr., *Pecten subimbricatus* Mnstr., *Crassatella plumbaea* Chenu, *Chama sublamellosa* Mstr., *Cardium gigas* Defr., *Pholadomya Schafhäutli* Frausch., *Glycimeris Wateleti* Desh., *Strombus giganteus* Mnstr., *Actaeon scalaris* Schfhtl., *Pleurotomaria gigantea* Schfhtl. Diese Fossilien kommen zwischen hier und dem Emanuel-Flötz mit den folgenden Stockletten nicht mehr vor, sind indessen fast sämmtlich durch den Bergbau auch aus dem Josefs-Flötz (resp. Karls-Flötz) bekannt, wenn sie daselbst auch in geringerer Zahl vorzukommen scheinen.

Von den über dem Emanuel-Schwarzerz liegenden Lagen ist die Lage 8. durch *Gryphaea Gümbeli* M.-E. und das erste Auftreten von *Spondylus Münsteri* Gümb. und *Spond. suborbicularis* im Verein mit *Numm. distans* (vergl. unten) bemerkenswerth. Die darüber folgenden Lagen zeigen dieselben wichtigeren und häufigeren Conchylien, wie die aus denselben Schichten am Maurerschurf erwähnten Formen. Bezüglich dieser ist Folgendes zu betonen: 1. Ein kleinerer Theil der zahlreichen, hier vorkommenden Gasteropoden ist auch im Ferdinand-Flötz nachzuweisen, von den unten mitgetheilten nur *Voluta melo* und *Morio tricarinata;* 2. weitaus der grösste Theil der Lamellibranchiaten ist aber für diese Lage charakteristisch und kommt weder im nördlichen rothen Ferdinand-, noch im südlichen rothen Josefs-Flötz vor, dagegen alle wiederum im Hangenden des schwarzen Max-Flötzes, welches allerdings viel ärmer an Arten und Individuen ist; 3. nahezu alle Fossilien, welche in den Adelholzener Schichten und dem Kalk der Eisenärzter Schichten erwähnt wurden, kommen hier nur im Hangenden des Emanuel- und Max-Flötzes vor, aber weder in der nördlichen, noch südlich vom Emanuelzug liegenden röthlichen Erzregion.

Alles dies spricht für die Identität je der rothen Flötze unter sich und der schwarzen Flötze unter sich und für die Identität des gesammten Hangenden je der beiden schwarzen Flötze unter sich einerseits und mit dem Eisenärzter resp. Adelholzener Kalk andererseits. Dass hier nicht die petrographische Faciesgleichheit als Ursache einer Repetition der Fauna anzuführen ist, beweist die auffällige Thatsache, dass die beiden nur unwesentlich in der Farbe des Bindemittels des Erzes verschiedenen Erzflötze gar keine faunistische Vergleichbarkeit haben, dagegen das grobsandige Rothflötz mit dem glaukonitischen Mergelhangenden des Schwarzflötzes in Bezug auf die Gastropoden und auf die für Facies so wichtigen Cephalopoden eine viel innigere besitzen. Nur in Bezug auf die Führung von gewissen Vertebratenresten zeigen beide Flötzarten kleine Aehnlichkeiten, worauf wir unten noch einmal zurückkommen werden.

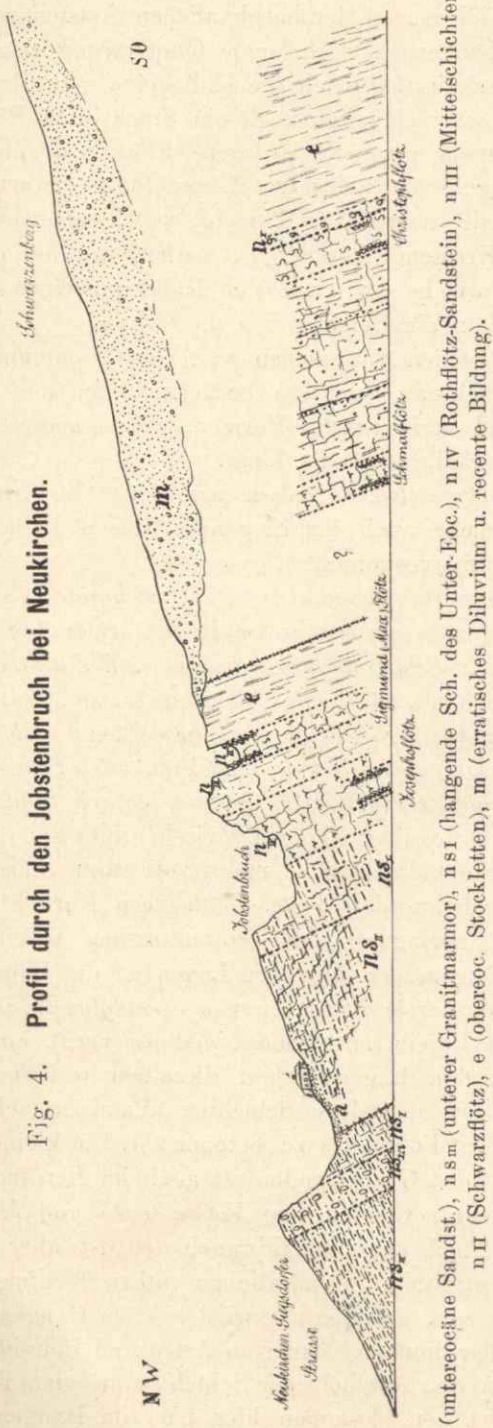


Fig. 4. **Profil durch den Jobstenbruch bei Neukirchen.**

Wir betrachten nun in gleicher Weise ein Hauptprofil im östlichen „gewerkschaftlichen Revier" des Kressenberges, welches am besten durch den Jobsten Bruch über das Christophsflötz nach dem Schwarzenberg zu gelegt ist.

An der Basis des Profils neben der Neukirchen-Siegsdorferstrasse, wo eine kleine Seitenthalung nach der Jobsten-Bruch-Weitung führt, haben wir von N. nach S. zu unterst:

1. Thonige, glimmerreiche Sandsteine, welche ganz zu Formsand zerfallen. ungef. 25 m.
2. Liegt darüber ein mächtiges Lithothamniumkalklager, aber ohne Nummuliten und die anderen charakteristischen Einschlüsse des Granitmarmors der Stockletten (vereinzelte Operculinen und kleine *Orbitoiden*, sowie *Bryo-*

zoen können nicht als solche betrachtet werden); es geht auch seitlich in einen gelben Kalk mit *Gryphaea Brongniarti* Bronn über, und ist an dem Pfädchen nach der Weitwies von einem schwachen Rest eines Sandsteins überlagert, den man für das unmittelbar Liegende eines rothen Flötzes ansehen kann; dieses Lager ist jedenfalls ein tieferes Lithothamniumlager und entspricht dem gelben Kalk im Liegenden des Ferdinandflötzes, welcher auch ganze *Lithothamnien*, besonders aber zahllose Fragmente von solchen und *Bryozoen* enthält (vgl. Profil von Mattsee). ungef. 10 m.

Dieser ganze Complex endet plötzlich in der Weitung vor dem sogenannten Jobsten Bruch; der weitere Aufschluss beginnt erst ungef. 20 m südlich hinter dem Jobstenhaus in der Hohlwegeinfahrt zum Bruch selbst; in diesem Hohlweg stehen zuerst an:

3. Massige und dünnbankige, z. Th. schalige, weiche und härtere, feinkörnige und mittelkörnige, weisslich-grauliche und gelbliche, stärker und schwächer glimmerführende Sandsteine mit kohligen Resten, welche durch grünlich-graue Schieferletten getrennt sind und mit solchen oben endigen. 10 m.

   Diese Sandsteine erinnern sehr an die Sandsteine, welche wir schon in ganz geringer Mächtigkeit über den Götzreuther Schichten im Bergener Gebiet, unterhalb Mariaeck nach Eisenärzt zu und im Wollsberggraben, erwähnten; hier traten sie zum ersten Male in einer Form auf, in welcher sie östlich und südlich eine unbedeutendere Horizontalerstreckung erhalten und in der Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengebirges von Gümbel S. 616 als „Achthaler Sandsteine" bezeichnet worden sind.

4. Die obersten Schieferletten von 3. gehen ohne eigentliche scharfe Grenze in eine schwarzgrüne, stark thonige, glimmerführende, unregelmässig schieferig zerfallende, mürbe Sandlage über, in welchen sowohl Erzkörnchen frei lagern, als auch besonders oben sich nesterweise anhäufen; daneben führt er härtere, gelblichrosa gefärbte Sandsteinknollen mit sehr grossen Glimmerblättchen (Herr Ass. Schwager hat nach flüchtiger Prüfung Carbonate von Eisen, Kalk und Magnesia nachgewiesen); ohne alle Versteinerungen (vgl. 1. dieses Profils). 0,5 m.

5. Grobsandige Lage mit grösseren braunen, stark eisenhaltigen Thoneisensteinknollen, mit den flachen Schalen unbestimmbarer Ostreen, *Gryphaea Brongniarti* Bronn, *Teredo* spec. und *Crania Kressenbergensis* Gümb., von welchen einige mit einer Eisenkruste überzogen sind (vgl. unten); an der Basis gegen 4) findet sich eine Lage sehr grosser Quarzgerölle, die sich auch an anderen Orten (Steingraben) wiederfindet (vgl. Cap. XIII. Sandnockfacies). 0,5 m.

6. Darüber lockerer, schieferig-bröckelig zerfallender, feinen Glimmer führender, grobkörniger Sandstein, der seitlich und nach oben in sandigen Kalk übergeht; in letzterem kleine,

aus dem Gestein nicht zu befreiende *Nummuliten*, kleine *Orbitoiden*, *Operculinen* und Haifischzähne (Aequivalent des *Lithothamnium*-Lagers unter 2. dieses Profils). 1,5 m.

7. Grün- bis blauschwarzer, mergeliger, Eisenkörner führender, dünnplattig sich spaltender Sandstein mit Krebsscheeren und *Operculina canalifera* d'Archiac. ung. $2^1/_2$ m.
8. Dunkelbraune, grob- bis feinkörnige, brockig zerfallende Sandsteinschicht, nach unten in reineren Kalk übergehend. Hauptlager der *Exogyra eversa* Desh., mit *Orbitoides* und einem kleinen *Nummuliten*, welcher dem *Num. elegans* sehr nahe steht. Diese Lage ist auch im Liegenden vom Josefsflötz jenseits des Grenz-Grabens und in gleichem Niveau am Kressengraben aufgeschlossen, sie bildet das untere oder eigentliche *Exogyra eversa*-Lager. ung. 2,5 m.
9. Darüber zuerst bröckelige, dann sehr feste, massige, schwachsandige rothe Kalke mit den hauptsächlichsten Fossilien des Rothflötzes, in welchen Lagen der jetzt verlassene Steinbruch angelegt ist; es ist dies die Fortsetzung des aerarialischen rothen Josephsflötzes, welches hier zu einem rothen Kalksandstein geändert ist. 10 m.
10. Darüber eine unten rothe, oben grauliche, sandig-kalkige Bank mit *Num. Kaufmanni* M.-E., welche den Uebergang bildet zu
11. schwarzen, klotzigen, feinsandigen, glimmerreichen Mergeln mit ganz vereinzelten, auskeilenden, schwachen, mehr kalkig gefesteten Lagen von stärkerem Glaukonitgehalt; sie bilden eine der reichsten Fundstellen für Conchylien am Kressenberg und ist bis jetzt fast gar nicht ausgebeutet worden; sie führt ausserdem *Assilina Leymeriei* und *Ass. granulosa*, *Num. Biarritzensis* d'Arch., *Num. Guettardi* d'Arch. (?), *Num. striatus* d'Orb., *Operculina granulata* Leym.; aufgeschlossen ung. 5 m.

    Hinter und über dem Steinbruch beginnt sogleich der Wald und verdeckt auf 5 m den Aufschluss, jedenfalls liegen nur mergelige Gesteine vor.
12. Einbruchsaufschluss in einem schwarzen Erzflötz mit *Orbitoides papyracea* und *Num. perforatus*, welches als Fortsetzung des Sigmund- (= Max-) flötzes angesehen werden muss (siehe unten). $2^1/_2$ m.
13. Lockerer mergeliger Grünsand mit *Num. distans* und den wenn auch nicht so häufigen Petrefakten des Hangenden des Emanuel-Flötzes. 3 m.

    Darüber Stockletten, welche von diluvialen Schotter bedeckt sind; es helfen uns aber die Grubenprofile weiter, welche im Querschlag vom Christoph auf das Sigmundflötz zu beobachten waren, und hier werden zuerst über den Stockletten
14. rother Sandstein mit rothem Flötz 20 m angegeben; da der Querschlag die Schichten senkrecht durchkreuzt, so giebt

diese Zahl die reine Mächtigkeit an; das rothe Flötz ist das Schmalflötz, da dieses aber wenig mächtig ist, so sind in dieser Mächtigkeit auch die liegenden Schichten des rothen Flötzes mitgezählt, welche auch im Liegenden des Ferdinandflötzes, im Bruch an der Weitwies etwas röthlich gefärbt sind. In unserem Profil ist diese Region mit einem Fragezeichen angedeutet.

15. Werden darauf in dem Zwischenraum nach dem Christophsflötz mergelige Schichten (Stockletten)*), röthliche Sandsteine und mergelige Schichten in Gesammtmächtigkeit von ca. 20 m angegeben. Ich halte diese Mergel für die zwischen dem Haupt-Rothflötz und dem Haupt-Schwarzerz liegenden Mittelschichten, in welchen die rothe Sandsteinzwischenlage schon oben erwähnt ist und weiter unten in der südlichen Zone ihre Parallele findet.
16. Christophsflötz, Schwarzerz mit den grossen *Orbitoiden*, *N. perforatus* und *laevigatus*. $2^1/_2$ m.
17. Darauf zuerst nach v. Gümbel schwarzgrauer Sandstein, gegen das Hangende roth, und darauf die petrefaktenreiche Gründsandschicht. Dieses Profil ist auch noch über Tag theilweise zu beobachten; es sind die zunächst dem Bruch ganz im Wald etwas südwestlich liegenden Aufschlüsse, welche Frauscher (Abhandl. d. k k. Ak. der Wissensch. 1886. S. 223—224) schon erwähnt; zwischen a und b seines Profils ist eine Lücke im Aufschluss, welcher durch No. 15 des mitgetheilten Bergbauprofils auszufüllen ist.

Zu dem Zug des Christophflötzes gehören aller Wahrscheinlichkeit (vgl. v. Gümbel's geogn. Beschr. d. bayer. Alpengeb. S. 630) nach das Maria-Empfängnissflötz, Knappenhausflötz, Fluchtgangl (Breite Flötz) östlich und Neues Flötz westlich, welche „nur die zertrümmerten, seitlich verschobenen und an ihren Enden meist in Hacken umgebogenen Theile eines und desselben Flötzes sind" (vgl. v. Gümbel l. c. S. 650 oben).

Das Ulrichflötz, welches südlich vor dem Fluchtgangl liegt und einen ähnlichen Hacken bildet wie das Maxflötz, scheint keinem südlicheren Zuge zuzurechnen zu sein; das schwarze Fluchtgangl, das nach den neueren Erfahrungen des Obersteigers von Achthal nicht zum Knappenhausflötz gehört, würde dann ein vorgeschobener Rest des östlich fortgesetzten Maxflötzes bedeuten müssen (vgl. unten).

Das Christophsflötz endet westlich in obereocänen Stockletten nahe dem Grenzgraben, und der Karl-Theodor-Suchstollen vom Maxflötz aus hat eine Fortsetzung desselben weiter südwestlich nicht nachweisen können, wie sie auch im oberen Kressengraben fehlt. Da nun das Max-Sigmundflötz hinter dem Jobstensteinbruch endigt und von typischen Stockletten überlagert ist, so muss der Christophflötzcomplex einem neuen Einbruch im Bereich der hangenden Granitmarmorstockletten des Maxflötzes entsprechen und eine ähnliche

*) Ueber die Bezeichnung „Stockletten" an dieser Stelle, vergl oben S. 34 (Anmerkung).

Wiederholung sein, wie der Complex des Maxflötzes im Hangenden des Emanuelflötzes. Hierfür spricht die vollständige Wiederholung der Schichten in der Gesellschaft der nordsüdlich aufeinanderfolgenden Lager eines rothen Flötzes und eines schwarzen Flötzes mit *Orbitoides papyracea* und *Num. perforatus*. Gleiches gilt für das Ulrichsflötz, welches der Ausbildung und der Ueberlagerung nach mit dem Christophsflötz identisch ist und welche sich eines wie das andere ohne Zwang aus dem Schema der Eisenärzter Ausbildung ableiten lassen.

Bezüglich des Jobsten Bruch-Christophflötz-Profils habe ich noch Folgendes zu erwähnen: man hat mehrfach den Gedanken ausgesprochen, dass die rothe Sandsteinpartie des „Schmalflötzes" dem Josephsflötz des aerarialischen Feldes entspräche und in dem rothen Sandstein des Jobsten Bruches ausbeisse; man war auf Vermuthungen angewiesen, da das Maxflötz in seiner durch einen Durchschlag erwiesenen Fortsetzung als Sigmundflötz nach Osten zu sich verdrückt und zu enden scheint. Man durchfuhr nun in zwei Stollen vom Christophsflötz aus nach Norden, unterhalb dem östlichen Weitwiesbezirk, zuerst ein rothes Flötz (die zweifellose Fortsetzung des östlicheren schmalen Flötzes) und traf dann auf ein schwarzes Flötz; ist ersteres mit dem aerarialischen Josephsflötz identisch, so ist letzteres die südöstlich verlängerte Fortsetzung des Emanuelflötzes; das Profil war dasselbe, wie das im Stollen vom Christophflötz in der Nähe des Jobsten Bruchs (etwas westlich) auf das schmale Flötz nach Nord beobachtete Profil. Der Aufschluss über Tag am Jobsten Bruch selbst hat aber über dem rothen Bruch-Sandstein und den mergeligen Mittelschichten ein schwarzes Flötz; es kann der rothe Sandstein des Jobsten Bruches nur dann dem schmalen Flötz entsprechen, wenn der wenige Meter südlich davorgelegene Tagaufschluss eines schwarzen Flötzes dem Christophsflötz entspräche. Dann stimmen aber sämmtliche Aufschlüsse über Tag nicht mit denen des Bergbaues, deren Vereinigung zu unserem Zwecke genauerer Zonenbestimmung sehr wichtig ist. Wenn daher der Tagbruch im Walde südlich über dem Jobsten Bruch, dessen Profil Frauscher (Unter-Eocän der Nordalpen. I. Abhandl. d. k. k. Ak. der Wiss. Wien 1886. p. 223—224) schon erwähnt, dem Christophflötz entspricht, so ist das schwarze Flötz aus der Nordgrenze zweifellos eine Fortsetzung des Max-Sigmundsflötzes und der wenige Meter nördlich davor liegende rothe Sandstein des Jobsten Bruchs selbst eine Facies des Josefsflötzes, welche Auffassung unser Profil darstellt. Eine zweite Auffassung wäre die, dass die Aufschlüsse südöstlich vom Bruch im Walde dem Marienflötz-Hacken entspräche, dann wären der Jobsten Bruchsandstein = dem Sandstein des Schmalflötzes und das Christophflötz = dem Maxflötz, das Fluchtgangl = dem Emanuelflötz, dessen Zug mit seinem Rothflötz in der Jobsten Bruch-Weitung nur durch sein Liegendes vertreten wäre, statt dreier grosser Erzzüge hätten wir deren nur zwei*).

Mit dem Ulrichflötz endigt die Flötzregion im Osten; im Westen befinden sich noch zwei isolirte Posten, die unser Interesse aus vielen Gründen erregen, das Maurer-Flötz und der Katzenloch Bau in der Nähe des schon oben S. 28 erwähnten Galon.

*) Diese Annahme stösst, wie wir unten in dem Abschnitt über die Tektonik des Gebietes sehen, auf grosse tektonische Schwierigkeiten.

Das tiefere Liegende des Maurerflötzcomplexes ist nicht bekannt; das Emanuelflötz erstreckt sich in seiner südwestlichen Fortsetzung in dessen nächste Nähe bis zum Hof Unterberg, ist aber westlich ebenso plötzlich abgeschnitten, wie östlich und westlich das Maurerflötz selbst; das hier über Tag gut aufzunehmende Profil ist folgendes:

1. Hangendes: Stockletten, welche im Riedelbach seine Granitmarmorlage zeigen.
2. Lockere mergelige, sandarme Grünsandlage, welche die zahlreichen Petrefakten beherbergt und in dieser Hinsicht noch eine gleiche Lage im Hangenden des Emanuelflötzes übertrifft. An *Nummuliten* ist nur *Num. distans* d'Arch., *Ass. exponens*, *Orbitoides papyracea* und *ephippium* zu bemerken: 3 m. Nach unten folgt dasselbe, als harter Kalk entwickelt, mit etwas geringerem Fossilienreichthum, zusammen 5,5 m.
3. Sehr grobkörniger, gelbbrauner Sandstein mit einzelnen Erzkörnchen; führt *Num. distans* (seltener) bei häufigerem Auftreten von *Num. perforatus*. 1,5 m.
4. Schwarzes Erzflötz, hauptsächlich mit *Orbitoides papyracea* und *Num. perforatus* (I. Bau). 2 m.
5. a) Feinsandige, feinglimmerige, braungrünliche Mergelschicht mit einzelnen grösseren Erzbohnen. 0,25 m.
   b) Sehr grobsandige, erzärmere Lage mit einzelnen *Num. biarritzensis*. 0,30 m.
   c) Lage mit grossen, unregelmässig fladenartigen, erzreicheren braunen und erzärmeren bläulich-schwarzen, thonigen, feinsandig-glimmerigen Knollen, mit einer Erzkruste, mit *Num. biarritzensis*, *striatus*, *Assilina* spec. und *Orbitoides tenella*, fast alle mit Eisen incrustirt und infiltrirt. 0,50 m.
6. grobkörnige, braune bis bräunlichrothe Sandsteine mit einzelnen *N. perforatus* ?, *Pecten* und *Ostrea* mit stellenweise stärkerem, stellenweise geringerem Erzgehalt (II. Bau).
7. Hellgelbliche feinkörnige, Lagen-weise auch grobkörnige Sandsteine, welche zu Sand zerfallen und hie und da von festeren, kalkig erhärteten Bänken mit *Lithothamnien*-Fragmenten unterbrochen werden, ohne *Nummuliten;* aufgeschlossen ung. 10 m.

Wir sehen auch in diesem Aufschluss die einfache Folge von mergeligen Grünsandschichten, von grobsandigerem Hangenden des Schwarzerzes, von reinem Schwarzerz, von glimmerführenden z. Th. mergeligen Mittelschichten, von Roth- resp. Braunerz-Sandstein und von liegendsten gelben Sandsteinen und Kalksandsteinen. Wenn man nun bedenkt, dass das Emanuelflötz ganz in der Nähe vom Maurerschurf plötzlich endet und das Ferdinandflötz in seinem südöstlichen Fortstreichen allmälig seine Abbauwürdigkeit verliert, so könnte man sehr wohl den Maurerflötzcomplex als eine Fortsetzung des Emanuelflötzes ansehen, wie auch ein Faciesübergang in den tieferen Lagen zu bemerken ist; dem widersprechen die Verhältnisse der übrigen Fauna nicht.

Schicht 1. hat dieselbe reiche Fauna, wie die lithologisch gleiche Schicht des Emanuelcomplexes.

Man sammelt in ihr als häufigere Fossilien: *Balanophyllia vermicularis* Schfhtl. spec., *Trochoc. conulus* Schfhtl., *Aturia zigzag*, *Terebratula aequivalvis*, *Ostrea cymbularis*, *Spondylus Münsteri*, *radula*, *Pecten biarritzensis*, *Halaensis*, *suborbicularis*, *Cardita angusticostata*, *Chama calcarata*, *Lucina crassula*, *Cardium galaticum*, *Plumsteadiense*, *Conoclypus conoideus*, *subcylindricus*. Von *Gasteropoden* sind folgende häufigere zu nennen: *Pleurotomaria angulata*, *Natica Hugardiana* Schfhtl., *Xenophora agglutinans*, *Conus pyramidalis*, *Morio tricarinata*, *Voluta melo* und *Scalaria serrata*.

Schicht 2. zeigt das Hauptlager des *Spondylus Münsteri*, der *Gryphaea Gümbeli* mit *Echinolampas Escheri*, *subcylindricus* und *Linthia subglobosa*.

Die Schicht 3. zeigt keine hervorragenden Fossilien.

Schicht 4. hat aber *Prenaster alpinus*, *Ostrea rarilamella* und *Pecten imbricatus* in grösserer Zahl geliefert, welche ganz besonders für das Rothflötz (Ferdinand- und Josephflötz) charakteristisch sind.

Schicht 5. zeigt unter anderem in grösserer Häufigkeit *Gryphaea Brogniarti* und *Cidaris sceptrum* Gümb., kleine *Echiniden*, *Nautilus* spec. (selten) und viele *Lithothamnium*-Fragmente (vgl. Fauna unten Cap: Die Grenzsandsteine.)

Wir haben also hier wieder die ganze Reihe der Kressenberger Schichtdifferenzirungen, und wie wir im Hangenden die Stockletten haben, so können wir im Liegenden Kreidemergel erwarten.

Eine ganz ähnliche Entwicklung hat nun das Katzenloch-Flötz südlich vom oben erwähnten Galon, wo ein alter Versuchsbau noch jetzt den Aufschluss über die Schichtenfolge bietet.

Zuerst sind Stockletten zu bemerken; eine hangende weichmergelige Grünsandschicht fehlt und das Profil beginnt sogleich mit:

1. Einem sehr harten, glaukonitischen, mittelkörnigen Kalksandstein mit Riesenexemplaren von *Orbitoides ephippium*, von *Numm. distans*, *Numm. Tchihatcheffi* und *Numm. perforatus*. Von anderen Fossilien finden sich hier *Ranina Helli*, *Conoclypus conoideus*, *Echinanthus* cf. *Cuvieri*, *Prenaster* spec., *Spondylus Münsteri*, *Pecten Halaensis*, *Cyclostreon internostriatum*, welche Fossilien nahezu alle für das Hangende der Schwarzerzregion charakteristisch sind. 2½ m.
2. Bank mit *Numm. perforatus*, weniger sandreich, ähnlich den *Perforatus*-Bänken im Wollsberggraben, aber lange nicht so glaukonitreich; stellenweis viele *Orbitoides* und *Assilina*; bildet das unmittelbar Hangende des Baues. 2 m.
3. Erzreiche Region, der Gehalt an Oolithkörnern ist gering; das thonige Bindemittel der zahlreichen Fossilien ist stärker eisenimprägnirt, sowie sämmtliche Fossilien mit einer Kruste überzogen; die erzreichen Lagen zeigen hauptsächlich *Orbitoides papyracea* und *Numm. laevigatus*; die mehr kalkige oberste Lage zeigt massenhaft *Numm. perforatus*; in der unteren Lage mit *Numm. laevigatus* treten auch grössere Sandsteinknollen mit einer Eisenkruste auf (vgl. Cap. XV). Ausser einzelnen *Pecten*-Resten findet sich hier sonst nichts. 2,5 m.

4. Das Liegende dieser Schichten ist nur in den obersten Lagen aufgeschlossen; es sind zuerst grobkörnige Sandsteine mit *Numm. biarritzensis*; aus den Bergbauauswürflingen ist aber noch auf Folgendes zu schliessen:

   a) Kalkige glimmerführende, grüngraue *Assilinen-* und *Orbitoides*-Bänke, welche mit den ebengenannten Lagen den „Mittelschichten" entsprechen dürften.

   b) Grobkörniger, petrefaktenreicherer, eisenschüssiger Sandstein mit Thoneisensteinknollen mit *Pecten imbricatus*, was auf die Region des rothen Flötzes schliessen lässt.

Freilich wäre die Entwicklung nur wenig mehr über die Eisenärzter Facies hinaus geschritten, was auch mit dem sehr naheliegenden, nächst nördlichen Auftreten derselben am Galon übereinstimmt. Zu bemerken ist auch hier, dass beide Complexe vom Katzenloch und Galon durch Kreidemergel in der Facies der Nierenthalschichten getrennt sind.

Zum Schlusse möge noch ein vorläufiger Ueberblick über die bis jetzt noch nicht bekannte Fauna der Mittelschichten (excl. *Nummuliten*) Platz finden, wie sie im Zug des Max-Sigmund-Flötzpaares (bes. Jobsten Bruch) entwickelt ist.

Dimyodon minimum Frausch. sp.
Avicula subeocaenica Dsh. sp.
„ *parvula* n. sp.
Pecten cf. *breviauritus* Dsh.
Nucula Parisiensis Dsh.
„ cf. *minor* Dsh.
Leda subprisca n. sp.
Cardita subcrenulare n. sp. (*C. aliena* Fr.)
Crassatella propinqua Wat.
„ *oenana* Gümb.
Chama Gümbeli n. sp.
Lucina crassula M. E.
„ *sphaericula* Dsh.
„ *squamula* Lamk.
„ *subnodulosa* n. sp.
Cardium artum Schfhtl.
„ aff. *obliquum* Dsh.
„ aff. *subdiscors* d'Orb.
„ aff. *semiasperum* Dsh.
Cytherea aff. *nitidula* Lamk.
„ „ *ambigua* Dsh.
Tellina aff. *tenuistriata* Dsh.
„ „ *canaliculata* Dsh.
„ *Zitteli* Frauscher.
Psammobia aff. *Caillati* Dsh.
„ „ *Baudoni* Dsh.
Solecurtum solenoides Schfhtl.
Siliqua Neumayeri Frausch.
Pholadomya Puschi Goldf.
Corbula costata Sow.
„ *gallicula* Dsh.
„ *trigona* n. sp.
Neaera Victoriae Dsh.

Dentalium spec.
Patella dulcis Lamk.
Xenophora spec.
Solarium subdiscoideum n. sp.
„ aff. *crenulare* Dsh.
„ *planiconcavum* Rou.
Turritella monilifera Dsh.
Cerithium perelegans var. *angusta* Dsh.
„ cf. *pervium* Dsh.
Voluta aff. *Barrandi* Dsh.
Bulla Caillati Dsh.

Lunulites aff. *Bellardi* d'Arch.
Paracyathus Lamarcki Rouault.

Cap. XII. Profilirung des Kressenberger Gebiets nach den Nummuliten.

Wir haben im Vorhergehenden dargestellt, dass im Erzgebiet des Kressenbergs (bis zur Hachau) eine grössere Anzahl von mit einander gepaarten Schwarzerz- und Rotherzzügen, mit hangenden mergeligen Grünsanden, mit ihnen zwischengelagerten glimmerreichen, theils thonig-sandig-mergeligen, theils grobsandigen Lagen, endlich mit liegenden hellgelben Sandsteinen und Kalksandsteinen nordsüdlich auf einander folgen, und dass sie auch, wie sie unter sich gleich sind, jedes für sich von den Eisenärzter Facies, die durch Kreideablagerungen von der Kressenberger Zone getrennt ist, sehr wohl abgeleitet werden können. Für die zwei aerarialischen Flötzcomplexe, welche den Kressengraben durchschneiden, ist auch eine starke Längsverwerfung nachgewiesen und es ist so nahegelegt, dass hier eine Wiederholung desselben Complexes stattfindet, welche auch für die östlichen Achthaler Flötze gelten muss.

Wenn wir einstweilen von der Thatsache absehen, dass im Ludwigsquerschlage, welcher unter dem Kressengraben herläuft, zwischen beiden Complexen Lagen mit Conchylien gefunden wurden, welche zweifellos tiefer sein müssen als die des Ferdinand-Emanuel-Complexes, und man vielleicht auch trotz unserer obigen S. 38 gemachten Einwendung die Gleichheit der Conchylien der übrigen Lagen auf Faciesgleichheiten zurückführen könnte, so wollen wir hier nur das Gewicht in die Wagschale legen, welches den Nummuliten im reinen *Nummuliten*-Gebiet zukommt.

Wir haben im Ferdinand-Emanuelflötz-Complex folgende Reihenfolge der *Nummuliten.*

Die liegenden Schichten des Rothflötzes und dieses selbst haben an dieser Stelle keine ganz deutlich bestimmbaren *Nummuliten* geliefert; die letztere Lage zeigt zwar Nummuliten, welche wahrscheinlich dem *Num. biarritzensis* zuzurechnen sind, ganz unzweifelhaft ist aber die Bestimmung nicht; darüber folgt als nächster *Num.*-Horizont die *Assilinen*-Schicht, deren einzelne Arten an dieser Stelle schwer unzweifelhaft zu bestimmen sind. Darauf folgt das Schwarzerz mit der mächtigen Perforatuszone. Darauf die Region des *Num. distans,* welcher die des *Num. complanatus* vollständig entspricht; eine Vertretung, welche schon in der Eisenärzter Facies vor sich geht. Westlich vom Wollsberggraben haben wir thatsächlich den *N. complanatus* in der obersten Eisenärzter Facies (der Wollsberggraben selbst bildet dadurch eine Grenze, dass in ihm keine der beiden Formen auftritt), dagegen südlich und östlich von Vorder Leiten bis Teisendorf den *Num. distans*; in der ganzen Kressenberger Facies haben wir nur den *Num. distans.* Merkwürdig ist, dass nur am Katzenloch (also schon in der eigentlichen Erzregion) eine kleine mit Anfangskammer versehene Begleitform vom Typus des *N. Tchihatcheffi* zu sammeln war und diese sonst im Kressenbergrevier ganz fehlt. Auch der *N. perforatus* tritt meist ohne seine Begleitform, den *N. lucasanus,* auf, welchen ich nur in einzelnen Exemplaren sammeln konnte; wir sehen hierin eine Auslese der Formen in Folge der Strömungen nach dem spez. Gewicht, welche überhaupt auch die höher differenzirten Lagerverschiedenheiten der Kressenbergerzone erklären.

Wir kehren zum *Num. distans* und seiner Vertretung durch den *N. complanatus* zurück; es ist augenscheinlich, dass diese Vertretung der Faciesgrenze

zwischen Adelholzenerzone einerseits und Eisenärzt-Kressenbergerzone andererseits entspricht; auch im fernen Grünten, dessen mitteleocaene Num.-Schichten der Facies nach der Eisenärzt-Kressenbergerzone gleichzustellen sind, kommt der *N. complanatus* nirgends vor; er ist ganz und gar durch den *N. distans* vertreten. Auch in der südlichen Zone bei Neubeuern haben wir nur *N. distans*; an einem isolirt nördlich gelegenen Punkte, wo Schlosser (Verhdl. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1893 S. 193) den Assilinenkalk erwähnt und richtig den Vergleich mit den Adelholzener Schichten zieht, kommt indessen nur *N. complanatus* vor; es liegt also hier derselbe Gegensatz wie im Kressenberger Gebiet vor.*) Desgleichen kennt de la Harpe den *N. distans* aus der Schweiz nicht und erwähnt nur *N. complanatus*.

Nach d'Archiac ist die Heimath des *Num. distans* die Krim, er ist eine taurische Spezies; die Heimath des *N. complanatus* ist dagegen der Südwesten, was in den Nordalpen vor allen Dingen auch dadurch zum Ausdruck kommt, dass der *N. complanatus* die Schweiz beherrscht und *N. distans* die östlichen Gebiete in Bayern. Weiterhin ist die Zonenunterscheidung interessant; wir haben *N. distans* in einer Zone, welche zweifellos starken Strömungen ihre Ablagerung verdanken, es scheint dies ein Hinweis zu sein, dass die Einbürgerung dieser Art in unserem Gebiet durch von Osten kommende Strömungen des offenen Meeres zu erklären ist, während das Fortschreiten des occidentalen *N. complanatus* sich an der stillen, flachen Küstenregion des nördlichen Continents hielt.

Darnach müssen wir zuvörderst des sehr merkwürdigen Auftretens eines Nummuliten gedenken, der uns hier zuerst in dem Schwarzerz des Emanuelflötzes begegnet, nämlich einer Rasse vom Typus des *N. laevigatus*; die Formen vom Pariser Becken stimmen fast vollständig, und einige schwächeren Unterschiede, welche vorhanden sind, können allein auf das Vorkommen in so verschiedener Facies bezogen werden; eine Anzahl von Exemplaren müssen direkt als identisch betrachtet werden und diese Exemplare sind zufällig weniger stark von Eisen durchsetzt, so dass die Unterschiede sogar dem Erhaltungszustande zugeschrieben werden können. Kurz ausgedrückt besteht der Unterschied nur in einem etwas stärkeren Vorwiegen einfacher, mehr „striater" Entwicklung der Septalfäden über die „subreticulate", welche etwas zurückzutreten scheint; dies gilt nur für die Oberfläche wie sie vorliegt, im Anschliff ist dagegen oft der subreticulate Typus schon auffälliger so dass in der That, wie oben gesagt der Erhaltungszustand die Ursache des Unterschiedes bei vielen der vorliegenden Exemplare sein muss. Ob ausserdem noch eine wirkliche Abart vorhanden ist, muss dahingestellt bleiben. Unzweifelhaft ist also, dass *Nummuliten* von der Grösse, Dicke, der Struktur, kurz vom treffenden Gesammttypus des *N. laevigatus* mit dem *N. perforatus* zusammen oberhalb des Hauptassilinenlagers in dem ganzen Zug des Schwarzerzes vom Kressenberg herüber nach Hachau und ich kann gleich sagen auch in derselben Lage bei Mattsee in grosser Anzahl vorkommt.

*) Etwas ähnliches lässt sich für *Num. perforatus* feststellen; auch hier liegt in vollständig gleichen Schichten — dem Adelholzener Kalk und den Schichten über dem Schwarzflötz — eine Stellvertretung nächstverwandter Typen vor. In der Kressenberger-Zone haben wir den gemeinen Typus des *N. perforatus*, der in dem nördlichen Adelholzener *Complanatus*-Kalk nicht vorkommt; nur an der Grenze nach der Eisenärzter Zone (Schönecker Seitengraben und Wollsberggraben) tritt er plötzlich massenhaft auf. Im Adelholzener Kalk tritt aber auch ein *N. perforatus* wenn auch seltener auf (nur bei Bergen-Sonnleiten häufiger), ein Typus, welcher der von de la Harpe zu *N. perforatus* einbezogenen *Sismondai*-Rasse sehr nahe steht; diesen Typus habe ich in den Kressenberg-Eisenärzter Ausbildung nur einmal wiedergefunden.

Die Art ihres Vorkommens ist aber auch geschaffen, besonders die Aufmerksamkeit zu erregen; die Hauptmasse der im Schwarzflötz vorkommenden Petrefakten: *Echiniden*, *Lamellibranchiaten*, *Orbitoiden* und *Nummuliten* zeigen sich nur schwach von einer schwarz-grünlichen Infiltrationsanfärbung äusserlich durchsetzt, so meist *Orbitoides papyracea*, *Assilina exponens* und *Nummulites perforatus*. Eine Ausnahme davon machen 5 Formen, welche nicht nur von einer Eisenkruste überzogen sind, sondern fast durchgängig bis ins tiefste Innerste so vollständig als nur möglich von Eisenerz erfüllt sind. Diese Formen sind ein *Orbitoides sp.*, *Assil. spira* und *granulosa*, *Nummulites perforatus*, *irregularis* (selten) und *laevigatus*. Was die wichtigeren fünf Formen betrifft, so kommen sie in dem Schwarzerz in nicht total infiltrirten und zugleich incrustirten Zustande nicht vor; selbst der *Num. perforatus* kommt „kalkig" nicht in dem Flötz vor, so dass man ihn leicht für eine eigene Varietät halten könnte. Hieraus hätte man zuerst zu folgern, dass die nicht incrustirte Fauna, welche den meisten Anklang an die hangende Glaukonitmergelschicht hat, und die incrustirte Fauna mit den Erzkörnern aus zwei ganz verschiedenen Gebieten zusammengeschwemmte Faunen sind und man kann behaupten, dass die Incrustation der letzten Fauna gleichzeitig mit der Erzbildung des oberen Flötzes sei. Dass sie selbst mit dieser gleichzeitig ist, das ist mehr als zweifelhaft; denn sehr viele, fast die meisten Vertreter der obigen incrustirten Arten sind zerbrochen und als zerbrochene incrustirt; andere, besonders die kleinen *Perforaten* und *Laevigaten* sind an ihren dicksten Stellen abgeschliffen, sodass die tieferen Lagen zum Vorschein kommen, und als solche incrustirt; ja sie sind schon vorher so stark zersetzt, dass nicht nur unregelmässige Löcher auf ihrer Oberfläche eingefressen sondern auch die oberflächlichen Kalkpfeiler vorher ausgelaugt sind, und die Incrustationskruste sich sowohl in die grössten Löcher als auch in die kleineren Poren hinein senkte. Die Zersetzung ging auch von den Kammern aus und lockerte auch von innen das ganze Fasergefüge dieser Nummuliten, so dass auch da Eisenerz sich absetzte, wo sonst nur compakte Skeletsubstanz vorhanden war. Es können daher diese vor der Incrustation zertrümmerte, abgeriebene, äusserlich und innerlich angelaugte, ja oberflächlich wie die recent angewitterten Exemplare aussehenden Nummuliten nur der Zerstörung einer älteren Schicht entstammen, welche vielleicht zugleich den Boden der Erzbildung überhaupt bildete.

Die *Assilinen* würden dem Hauptassilinenlager unter dem schwarzen Flötz zuzuschreiben sein, welches also ebenso an gewissen Stellen den zerstörten Boden der Erzbildung abgegeben haben könnte, wie es im geognostisch zu beobachtenden Revier das Liegende des zusammengeschwemmten Erzlagers der schwarzen Flötze bildet. Die kleinen *N. perforatus* würden nicht dagegen sprechen, denn in den mergeligen Mittelschichten kommen sie an anderen Stellen sehr ähnlich vor (vgl. diese Region in der Eisenärzter Facies bei Ober-Teisendorf südlich Thumberg, nördlich Gierstling, und in der Sandnockfacies im nächsten Kapitel). Den *N. laevigatus* fand ich noch südlicher in der Sandnockzone in ungefähr gleichem Niveau, freilich auch hier in nicht unähnlichem, wenn auch besseren Zustand, so dass mir auch hier die Frage nach seiner primären Lagerstätte nicht unbedingt zu bejahen scheint. Im paläontolog. Museum in München finden sich nun einige Exemplare desselben *N.* aus der Pauerschen Sammlung mit der nachträglichen Aufschrift: Steinbruch an der Weitwies; dies würde der

Lage unter dem Auftreten des *N. perforatus* im Rothflötz, also dem wahren Horizont des *N. laevigatus* entsprechen. Ich habe diese Lage bei absichtlicher Nachforschung nicht gefunden; da ich kaum glaube, dass sie mir entgangen sein könnte und die Stücke, die diese Aufschrift tragen, nach dem anhängenden Gestein auch vom Sandnock stammen können, so kann diese Angabe nicht berücksichtigt werden.

Nach alledem ist also die Lage des *N. laevigatus* im Emanuelflötz keine primäre und da bis jetzt keine Möglichkeit ist, sein eigentliches Lager mit aller Sicherheit anzugeben, so müssen wir diese Art von unserer Betrachtung einstweilen ausschliessen; wir kommen unten mit Berücksichtigung der Daten von P. Oppenheim über das Auftreten des *N. laevigatus* im Vicentin nochmals auf diese Frage zurück.

Was für *Num. laevigatus* des Schwarzflötzes gilt, das gilt auch für den *N. irregularis* Desh., den wir oben erwähnten und würden beide nach unserer eben geäusserten Annahme, welche wir erst unten in eingehenderer Weise stützen können, den „Mittelschichten", der Basis des Schwarzflötzes, entstammen.

Wir haben hier also drei Nummuliten-Zonen, eine untere mit *N. Biarritzensis*, eine mittlere mit *Assilina* und *N. perforatus* und eine obere mit *N. distans* (resp. *Tchihatcheffi-complanatus*) und *perforatus*, welches der normalen Aufeinanderfolge der de la Harpe'schen Zonen ziemlich entspricht.*)

Wenn wir nun das südlich davorliegende, scheinbar darüberliegende Maxflötz betrachten, so nehmen wir hier besonders den schönen Aufschluss der Fortsetzung desselben, des „Sigmundflötzes" im Jobsten Bruch, mit seinen Nummuliten zur Hand. In den liegenden Schichten des rothen Kalksandsteins mit *Ex. eversa* kommt ein kleiner Nummulit vor, den ich bis jetzt nicht nach vorhandenen Formen bestimmen konnte, der aber habituell und strukturell dem *Num. elegans* Sow. sp. nahesteht.

In dem rothen, das Josephsflötz vertretenden Kalksandstein glaubte ich die ersten *Num. Biarritzensis* zu erkennen. In dem Hangenden dieser Schicht und der Sch. 10) des oben mitgetheilten Jobsten-Bruch-Profils kommt nun sehr häufig *Num. Kaufmanni* M.-E. vor. Die vorliegenden Exemplare können im Habitus als eine Mittelform zwischen *Num. irregularis* var. *depressa* und dem *N. Kaufmanni* betrachtet werden, welche beide bei Einsiedeln in der Schweiz vorkommen; wie schon d'Archiac bemerkt, hat *N. Kaufmanni* M.E. in der Gestalt und dem Querschnitt auch Aehnlichkeit mit *N. laevigata*, was sich auch in unseren Exemplaren ausdrückt. Die Struktur beweist mir aber die volle Identität mit *Num. Kaufmanni*, dessen Horizont hiermit für Bayern festgelegt werden kann. Darüber und mit ihr eng verknüpft kommt nun die Assilinenschicht mit *Assil. Leymeriei* und *granulosa*, *Num. Biarritzensis*, *Guettardi*, *striatus*. Wir hätten also auch hier mit dem ersten Auftreten des *N. perforatus* das unterste und wichtigste *Assilinen*-Lager die Zone 3) und 4) de la Harpe's vereinigt mit der Zone 5). In gleicher Weise bemerkt P. Oppenheim in einer mir eben zugegangenen Studie über die Num. des Vicentins, dass daselbst überall da, wo *Num. striatus* d'Orb. vorkomme, auch *A. spira*, *N. Biarritzensis*, *perforatus*

*) Ich konnte leider nicht entscheiden, ob unter der Haupt-Assilinenschicht, wo *Num. Biarritzensis* sicher auftritt, auch *N. perforatus* schon vorhanden ist; ich glaubte ihn zu erkennen, bin aber an der Bestimmung wieder irre geworden, da ich die Exemplare nur im Gestein eingeschlossen und nicht in guter Erhaltung vor mir habe, hier lag also in Bezug auf das Schema von de la Harpe eine Lücke vor.

und *irregularis* vergesellschaftet auftreten. Was nun *Num. irregularis* betrifft, so habe ich ihn in einem einzigen Exemplare in der erwähnten incrustirten Fauna des Emanuelflötzes gefunden, welche wie die anderen begleitenden Formen (vergl. oben S. 48 und unten Capitel XV über die Erzbildung) aus der in Rede stehenden Mittelschicht stammen müssen.

Nach de la Harpe entspricht der Horizont des *Num. irregularis* einzig dem Haupt-*Assilinen*-Lager; im Vicentin kommt er nach Munier-Chalmas in einem eigenen Lager unter den Hauptlagern mit Complanaten, Perforaten und Assilinen vor. P. Oppenheim bestreitet diese scharfe Trennung der beiden Complexe und hält die Schichten mit *Num. Biarritzensis* und *irregularis* nur für eine untere Abtheilung, während *N. complanatus* mehr die obere charakterisirt. Dies gilt auch mehr für die bayerischen Verhältnisse. Hierbei ist zu erwähnen, dass die zwischen den beiden Erzflötzen liegenden Mittelschichten durch den Bergbau am Kressenberg noch an zwei Stellen zwischen dem schwarzen Max- und dem rothen Josefsflötz, dem Weitwieser Unterbaustollen und den Ludwigsquerschlag im Kressengraben, aufgeschlossen wurde. In ersterem führen sie als Glaukonitmergel entwickelt neben riesigen Formen von *Orbitoides papyracea* (wie im Jobsten-Bruch *Orbitoides tenella* ungemein häufig ist) noch *Assilina Leymeriei* und *granulosa* nebst *Num. striata* und *Murchisoni*.*) Letzterer Nummulit hat in der Eisenärzter Facies sein Hauptlager in der *Complanatus-Distans*-Lage und zeigen sich u. A. auch hierin die Mittelschichten den höheren Lagen nahe verknüpft. Schafhäutl bildet aus dieser Schicht einen *Num. Lyelli*, welchen de la Harpe gewiss mit Aller Uebereinstimmung als „*N. irregularis* (certaine)" feststellte; ein Vorkommen, das mit unserer oben geäusserten Bemerkung bezüglich des einzig im Kressenberg von mir beobachteten *N. irregularis* übereinstimmt. Die Verhältnisse im Grüntengebiet bestätigen dasselbe. Wenn nun auch das Vorkommen dieses wichtigen *Num.* bei uns ein vereinzeltes ist, so ist doch sein Horizont hiermit festgestellt.

Der zweite Aufschluss im Ludwigsquerschlag führt in dunkelschwarzgrünem, stark sandigem Mergel neben *Num. Murchisoni* (hier selten), *Assilina granulosa* und *Orbitoides tenella* hauptsächlich *N. perforatus* in einem constant kleinen Typus, wie er auch in der oben erwähnten Mittelschicht aus den Thumberger- und Teisendorfer Steinbrüchen (N. Gierstling-Achthal) und in der Sandnockzone zahlreich vorkommt, so von hier aus die Verbindungsbrücke nach der *Alveolinen*-Schicht der alten Ober-Teisendorfer Steinbrüche bildend. v. Gümbel giebt (Foraminif.-Fauna d. nordalp. Eoc., Abhdl. d. b. Ak. d. W. X. 2. 1868 S. 29) als Vorkommen der *Alv. oblonga* an: ziemlich häufig in dem Mergeln zwischen den Eisenerzflötzen am Kressenberg und im sog. Jobsten-Bruch. Mit ersterer Angabe wollen die Mergel zwischen den rothen und schwarzen Erzzügen, aus denen der Bergbau isolirte Alveolinenvorkommen gefördert haben wird, mit letzterem die gleichalterigen Jobsten-Bruchmergel verstanden sein. Also alle diese *Alveolinen*-Funde entsprechen nur einem Horizont, der nach

---

* de la Harpe bezweifelt (Étude etc. S. 20) die aus diesen Schichten von Schafhäutl in der Lethaea Südbayerns Taf. XIII Fig. 1 a bis c abgebildeten *Num. Murchisoni* und hält sie unbegreiflicher Weise für eine *Operculina;* das Material des kgl. Oberbergamts lässt keinen Zweifel an der Richtigkeit der auch in v. Gümbel's Foraminiferenabhandlung acceptirten Gattungsbestimmung aufkommen.

einem anderen seltenen Fossil auch als Horizont des *Numm. irregularis* gelten muss. Darnach kann der nordalpine Alveolinen-Horizont demjenigen des Vicentins als ganz gleichalterig betrachtet werden.

Ueber den oben besprochenen Mittelschichten des Max-Sigmundzuges haben wir dann wieder das Schwarzflötz mit *Num. perforatus* (vgl. unten über die andere, „incrustirte Num.-Fauna") und das Hangende mit *Num. distans* und *Assil. exponens* wie im nördlicheren Ferdinand-Emanuelflötzzug.

Wenn nun beide Flötzcomplexe in nordsüdlicher Folge normal über einandergelagert wären, so müsste das Lager eines *N. irregularis*, welcher so eng beschränkt scheint, über dem *Assilinen-*, *Perforatus-*, *Complanatus-*, *Distans-*, und *Murchisoni*-Lager liegen, was auch ohne Voreingenommenheit für die stratigraphische Bedeutung der Num. bis jetzt für unmöglich gelten muss. Daraus schliessen wir, dass jedes der beiden Flötzpaare mit ihren analogen Begleitschichten dem Schichtcomplexe der Eisenärzter Facies entspricht und zwar von deren Liegendem, dem Kreidemergel bis zu deren Hangendem, den Stockletten. Da nun die übrigen östlichen Flötze (Knappenhaus- und Ulrichflötz) diesen beiden im Wesentlichen nach Einschlüssen und Schichtfolge ganz oder nahezu ganz gleichen, so gilt derselbe Schluss für diese. Gerade die Verhältnisse am Jobsten Bruch bilden für die faciellen Unterschiede die auffälligsten Uebergänge; Diese Faciesübergänge werden wir unten näher betrachten.

Alle diese Betrachtungen sind ganz unberührt von dem Umstand, dass der Aufschluss im Jobsten Bruch und unmittelbar südlich vor demselben auch dem Christophsflötz-Schmalflötzzug entsprechen könnten und zugleich dieses Flötz vom Maxzug verschieden wäre. In diesem Falle hätten wir einen dem *N. elegans* also der tiefsten Art sich eng anschliessenden Typus über der *Complanatus-*, *Perforatus-* und *Irregularis*-Zone und über einer zweifachen Wiederholung der Hauptassilinenentfaltung; letztere und die *Complanatus*-Zone würde sich darüber wieder entwickeln, wenn eine normale Ablagerungsfolge vorläge. Das Gleiche würde für *Num. Kaufmanni* gelten, der nur stellenweise sehr häufig ist, bei seinem jedesmaligen Auftreten an eine gering mächtige Schicht gebunden ist und in der Schweiz mit *Num. irregularis* vergesellschaftet scheint.

Wie also die Züge eines jeden roth-schwarzen Flötzpaares je mit ihrem Hangenden von dem Eisenärzter Complex — d. i. dem vollständigen Vertreter des alpinen Mitteleocäns — und zum Theil dem Adelholzener Complex abgeleitet werden können, so stimmt die Reihenfolge der Nummuliten jedes Flötzpaares für sich nicht nur mit dem allgemeineren, für das ganze Mitteleocän geltenden Folgeschema, sondern sogar mit etwas eigenartigen Entwickelungen im Süden der Alpen, so weit das Vicentin in Betracht zu ziehen ist (vgl. Cap. XXV).

Cap. XIII. Die südliche „Sandnockfacies" der mitteleocänen Nummulitenschichten.

Südlich und südwestlich vom Kressenberger Erzrevier mit seinem ausgedehnten Bereich von hangenden Stockletten erstreckt sich, durch ein verwickeltes Bruchfeld von diesen getrennt, ein südlichster Zug von Nummuliten-

schichten, der wieder in seinem Hangenden Stockletten mit Granitmarmor, in seinem Liegenden Kreidemergel zeigt; ein Profil durch diese Zone combiniren wir aus den schönen Aufschlüssen am Kachelstein-Sandnock, dem eigentlichen Steingraben und dem kleinen Steingraben.

Im kleinen Steingraben haben wir einen continuirlichen Aufschluss aus der Kreide ins Eocän. Zunächst der Einmündung desselben in den Riedelbach haben wir

1) Nierenthalmergel, welche in einer Verwerfung südlich gegen die Stockletten im Kressenberg-Hangenden mit einem schmalen Granitmarmorflötz anstossen. Darauf folgen

2) schwarze Mergel, welche mit einer glaukonitischen etwas grobkörnigen Sandsteinbank (mit *Echinocorys vulgaris*) in einem kleinen Seitengraben abschliessen, es sind Gerhardsreuter und Hachauer Schichten, zusammen ung. 2 m.
Darauf folgen

3) wieder schwarze, sandige Mergelschiefer und splitterig bis klotzig brechende sandige Thone, welche den vorhergehenden ganz gleichen und in dem erwähnten westlichen Seitengräbchen einzelne geodenartige Einlagerungen von schwarzem Kalk führen; in einem zweiten westlichen Seitengraben sind sie etwas besser aufgeschlossen, als im Hauptgraben; nur fällt hier oben eine grossbutzig-glaukonitische Kalkbank auf ung. 20 m.

4) Hierauf thoniger, grauschwarzer Sandstein mit Pflanzenresten und undeutlichen Abdrücken von Versteinerungen. 0,2 m.

5) Unregelmässig schieferig zerfallender sehr thoniger Sandstein mit undeutlichen Versteinerungen (besonders glimmerreiche Lage). 2,5 m.

6) Eine glaukonitische Kalkbank und darauf eine Sandsteinbank mit kohligen Resten, zusammen 0,8 m.

7) Schwarze, thonige, glimmerige Sandsteinschiefer mit Kalkgeoden und einzelnen (3) Kalkbänkchen von 0,25 m unterbrochen; in der obersten dieser Bänkchen *Trochocyathus sp.* der höheren Schichten (vgl. 11). 9,0 m.

8) Dann wieder zwei schwarze kalkige Bänke 0,5 m, thonige Sandsteinschiefer 10 m, dasselbe mit mächtigen Kalkbrockeneinlagerungen 1 m und sandige Thon Schiefer 2 m. Zusammen 13,50 m.

9) Folgt nun die Hauptzone der Muschelbänke in 3 Lagen von grauen bis weisslichen, sehr glimmerreichen härteren Sandsteinen von ung. $^1/_4$ m, getrennt durch schwarzblaue, eigenartig gesprenkelte sandige Thone bis sehr thonreiche, weiche, glimmerführende Sandsteine mit Pflanzenresten; sie beherbergen eine merkwürdige tieftertiäre Fauna, welche bis jetzt nicht bekannt war und ihren einzigen Anschlusspunkt in gewissen Lagen des Ludwigsquerschlages besitzt; hie und da finden sich Schwefelkiesausscheidungen. ung. 6 m.

10) Darauf folgen wieder schwarze thonige Sandschiefer die auch hier, wie alle die erwähnten thonig-sandigen Zwischenlagen der festeren Kalk- oder Sandsteinbänke (abgesehen von dem

stärkeren Sandgehalt und der bedeutenderen Grösse der Glimmerblättchen) grosse Aehnlichkeit mit den Götzreuter Schichten besitzen, aber ganz ohne Fossilien sind. ung. 4 m.

11) Eine grossglimmerige, vereinzelt grobkörnige, theilweise sehr harte, schwach glaukonitische, dunkelgraue Sandsteinbank mit einzelnen Korallen und anderen charakteristischen Fossilien (leider neue Arten). ung. 1 m.

12) schwarze sandige Thone mit oberflächlich eisenbraun angewitterten Knollen von Schwefelkies. ung. 8 m.

13) Wechsel von 1—3 m dicken hellgrauen mittelkörnigen Sandsteinbänken (von verschiedenem Glimmergehalt) und schwarzen bis eisenbraunen, harten sandigen Thonen (oder vielleicht besser gesagt, weichen, sehr thonigen Sandsteinen); desgleichen mit wechselndem Glimmergehalt mit Blattresten. ung. 15 m.

14) Massige, kaum geschichtete, helle, grob- bis mittelkörnige Sandsteine, graue bis weisslich-gelbe glimmerreiche Sandsteine, nach unten in mehr dunkelblau-schwarze, bröckelig-schieferig zerfallende Lagen übergehend. ung. 8 m

15) Dunkelblau-schwarze, besonders grosse Glimmerblättchen führende Sandsteinlage mit Pflanzenresten, welche ganz hervorragende Aehnlichkeit mit den schwarzen thonigen Sandsteinen unter dem gelben Sandstein des Wollsberggrabens besitzen. 2 n.

16) Grobkörnige harte, dunkelbraunrothe, nach unten dunkelgrüne Eisensandsteine mit theils grösseren Geröllen; an der unteren Grenze eine 0,25 m dicke starke Gerölllage, welche schon im Jobsten-Bruch-Profil zwischen den homologen Lagen unter 5) und 4) erwähnt wurde; hier bilden die Felsen einen Wasserfall. Die obere Grenze ist wie auch im alten Bruch am Sandnock durch eine Lage mit Eisenknollen ausgezeichnet. ung. 15 m.

17) Darüber sandige glimmerige Schichten, unregelmässig schollig und schieferig zerfallend, mit *Ass. Leymeriei* und *granulosa*, *Numm. perforatus*, *Biarritzensis* und *Orbitoides tenella*; die gleiche Lage ist an entsprechender Stelle im alten Steinbruch am Sandnock in der Höhe sehr gut aufgeschlossen, als gelbbraune Schicht der gleichen Beschaffenheit mit *Ass. spira* und *subspira* und ganz vereinzelten *Numm. Kaufmanni* an der unteren Grenze zunächst der Lage der eisenincrustirten Sandsteinknollen. 1 m.

18) Darüber roth gefärbte grobkörnige massive Sandsteine mit Erzspuren mit massenhaft *Assilina exponens* und mehr vereinzelten *Numm. laevigatus* und *perforatus*. ung. 6 m.

19) Braune, ganz leere Sandsteine. 2 m.

20) Dunkelbrauner, bis dunkel braungrüner, nach unten etwas grobkörniger Sandstein mit thonig-kalkigem Bindemittel; die Lage ist ziemlich eisenhaltig, aber ohne Oolithkörner; neben dem Graben ist am Weg ein alter Versuchsbau auf Eisenerz; die Lage ist charakterisirt durch *Orbitoides papyracea* und *Numm. perforatus*. 1,5 m.

21) Grau-weissliche, schwach glaukonitische Kalke, theils mit grösseren Sandkörnern, arm an Petrefakten. ung. 3 m.

Im eigentlichen Steingraben (östlich davon) haben wir über den Nierenthalschichten folgendes Profil, wobei ich bemerken muss, dass die Aufeinanderfolge von Kreide und Tertiär jedenfalls keine ganz normale ist und durch Verrutschungen an der Grenze beider Gruppen einzelner Glieder eliminirt sein mögen; über den Nierenthalschichten folgen daher, besonders gut im Weg am Osthang des Grabens aufgeschlossen:

1) Plattige, gelblich-graue, glimmerreiche Sandsteine mit Pflanzenresten. (5m)
Darauf sind ohne Aufschluss ung. 8 m.
2) Schwarzgraue, sehr glimmerreiche thonige Sandschiefer mit Eisenkrusten auf den Spaltflächen. ung. 15. m.
3) Weisslicher mürber Glimmersandstein. 2 m.
4) Zu lockerem Sand zerfallende Sandsteine, selten plattig erhalten. 7 m.
5) Grobkörnige, sehr eisenschüssige Lage. 1 m.
6) Weisslich gelblicher Sandstein. 2 m.
7) Grobkörniger, leicht zerfallender, gelber Sandstein ohne Bindemittel. ung. 20 m.
8) Röthlich gefärbte Sandsteinschicht mit schwachen Erzspuren mit *Assilina*, einzelnen *Numm. perforatus* und *laevigatus*. 2 m.
9) Ganz fossilleere gelbliche Sandsteine. 8 m
10) Eisenhaltige, dunkelbraune, relativ erzreichste Lage mit *Orbitoides papyracea* und *Numm. perforatus*. 3 m.
11) Eisenbrauner mergeliger Kalk mit kleinen *Orbitoides ephippium*. 1,5 m.
12) Heller Kalk mit *Numm. distans* und *Murchisoni*, *Coelorhynchus* und Conchylienfragmenten. 1 m.
13) Fast leere, sparsam *Echiniden*-Reste führende kalkige Mergel, allmälig in schieferige Mergel übergehend. 4 m.
14) Feste, glaukonitarme Kalke, mit grösseren Quarzkörnern gespickt, mit seltenen *Nummuliten*durchschnitten, welche auf *Assil. exponens*, *Numm. distans* schliessen lassen.

In der Fortsetzung des Sandnock-Bruchs, am „Kachelstein" dem östlichen Abbruch des Sandnock *Nummuliten*-Zuges ist die Folge dieser letzten Schichten vom Hangenden der Stockletten gut aufgeschlossen. Wir haben hier von oben nach unten

1) Unter hangenden Stockletten mit Granitmarmor hellgraue, schwach glaukonitische, klotzige Kalke mit eingesprengten grösseren Quarzkörnern und vielen kleinen *Orbitoides ephippium*. 5 m.
2) Schieferige Mergelkalke mit einzelnen Petrefakten und *Numm. distans* (selten).
3) Kalk mit grossen *Orbitoides* und *Numm. Murchisoni*, nach unten allmälig eisenreicher werdend. 2 m.
4) Stärkere, eisenhaltige sandige Kalke mit grossen, nach oben zahlreichen *Orbitoides papyracea* und seltenen *Numm. perforatus* 3 m.
5) Weichere kalkige Sandsteine, an deren Basis *Orbitoides*, *Numm. laevigatus* und *Assilinen* erscheinen, 2 m; hierauf folgen die eigentlichen grobkörnigen *Assilinen*-Sandsteine, wie wir sie im Sandnockbruch und den Steingräben schon erwähnt haben.

Dies Profil ist fast das Wichtigste im ganzen Gebiet, da es das bietet, was der Pattenauerstollen leider nicht mehr bieten konnte: die tieferen Tertiärschichten in normaler Folge und ihr Zusammenhang mit den Kreidemergeln. Wir wollen aber einstweilen alles ausser Betracht lassen bis zu der Stelle 16 der Kl. Steinbachaufzählung, wo eine ganz unzweideutige Uebereinstimmung mit dem Jobsten-Bruch-Profil zu erwähnen war.

Bemerkenswerth ist nun vor allem, dass hier bis zu der Schicht 17) ein ganz einheitlicher Complex vorliegt, in welchem, da die Schicht 17 dem schwarzen glimmerigen sandigen Thonen der Mittelschichten des Jobsten-Bruches (vgl. Profil S. 40, No. 11) entspricht, drei Schichten-Differenzirungen begraben sind, insonderheit das rothe Flötz; es ist hier alles als ein grobkörniger, eisenarmer Sandstein entwickelt. Die Mittelschichten selbst sind hier noch ähnlich entwickelt wie im Kressenberg (vgl. Em.-Ferd.-Profil), nur sind die stark sandigen *Assilinen*-Lager etwas mächtiger, ihre rothe Färbung ist gelegentlich schon im Kressengraben angedeutet; dieses *Assilinen*-Lager beherbergt hier den *Numm. laevigatus* in nicht incrustiertem Zustande und auch nach Durchschnitten zu schliessen in nicht abgeriebenen Formen. Alles liesse darauf schliessen, dass dies die eigentliche primäre Lagerstätte dieser Art im Kressenberger Reviere ist, wenn es auch nicht die Stätte sein kann, von welcher die (im Gegensatz mit dem Vorkommen hier) überaus zahlreichen, sekundär gelagerten „incrustirten" Exemplare der höheren schwarzen Flötze stammen.

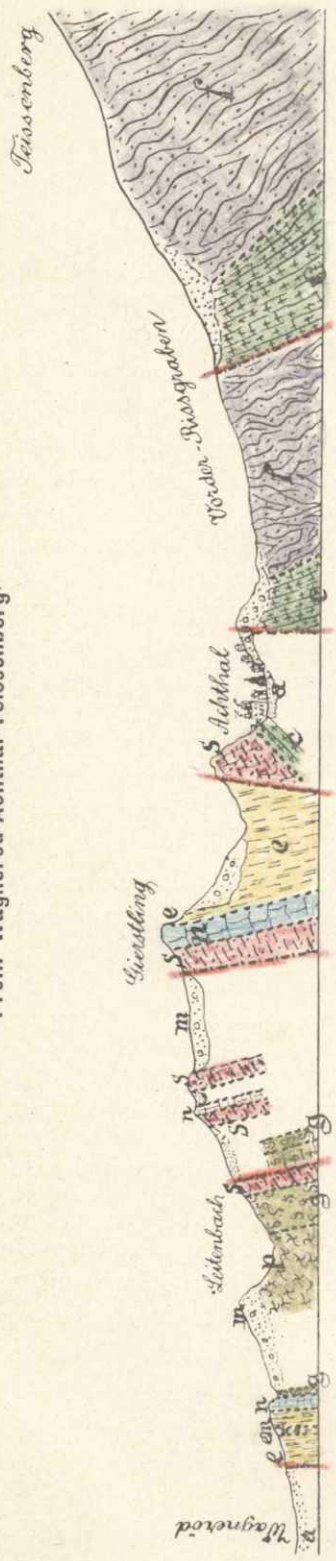
Schicht 20) entspricht nun ganz und gar diesem schwarzen Flötze, wenn ich auch den incrustirten *Num. laevigatus* nicht entdecken konnte; der Erzgehalt hat ausserordentlich abgenommen und haben auch die verschiedenen Versuchsbaue in dieser Lage zu keinem Resultat geführt.

In den darüberliegenden Schichten bis zu den Stockletten erkennen wir noch eine ähnliche Differenzirung wie in der Kressenberger Zone; wir haben nach den *Nummuliten* die *Distans*- und *Murchisoni*-Horizonte als höchste Lagen unter den Stockletten; bemerkenswerth gegenüber der Kressenberger Facies ist die Abnahme der Fossilien in sämmtlichen Thiergruppen.

Mit dieser Abnahme der Fossilien geht Hand in Hand die Abnahme an Erz, die ausserordentlich bemerkbare Abnahme im Glaukonitgehalt, die Zunahme an Quarzkörnern und eine bemerkliche Zunahme der Mächtigkeit in dieser durchaus selbständigen und vollständigen Zone des Auftretens der mitteleocänen und untereocänen *Nummuliten*-Schichten.

Die hier noch bestehenden Differenzirungen der einzelnen Lagen weisen nun mit aller Entschiedenheit auf eine nächstliegende Verknüpfung mit der Kressenberger Facies hin, und wir haben es hier sicher mit einer südlicheren Ausbildung derselben zu thun, in welcher die Erzfacies ausklingt. Gleichzeitig finden wir aber auch nicht zu leugnende Aehnlichkeiten mit der Eisenärzter Facies und könnte dieselbe auch als eine südlichere höhere Differenzirung der letzteren mit Recht angesehen werden und ein Mittelding zwischen beiden als eine Durchschnittsfacies gelten.

Dies wird durch die Ausbildung der *Nummuliten*-Schichten bei Mattsee bestätigt, welche auch wie die Sandnockfacies in unmittelbarer Nähe der Flyschzone liegen; das Profil an der Westecke des Wartsteins ist ungefähr folgendes:



e (Nierenthalschichten), p (Pattenauer-Schichten), g (Götzreuther- und Hachauer-Schichten), s (untereocäne Grenzsandsteine bis mitteleocäne Mittelschichten von Gierstling nach *N*; untereocäne Grenzsandsteine bei Achthal); n (mitteleocäne Sch.; s (Wagneröd-Adlholzener Facies sonst Eisenärzter Facies), e (obereocäne Stockletten) m (erratisches Diluvium), a (Alluvium.)

Im Hangenden Stockletten.*)

1) glaukonitische Mergel mit *Orbitoiden*, *Num. perforatus* und (*N*) *Tchihatcheffi*, *Assilina exponens* und Steinkernen von Conchylien.

2) massige, zum Theil feste Bank mit sparsamer Eisenoolithansammlung in einem gelben kalkig-mergeligen Bindemittel, enthaltend *Orbitoides papyracea*, *Assilina exponens* und *mammillata* nesterweise sehr massenhaft, *Num. perforatus* in überwiegendem Maasse in einfachem Fossilisationszustand; daneben aber *Num. perforatus* in der kleinen charakteristischen Abart in grösserer Zahl und *Num. laevigatus* in geringerer Zahl incrustirt, sowie vor der Incrustation zerbrochen und abgeschliffen. Ausserdem mannigfache Conchylienreste, *Ostrea*, *Pecten* etc.; *Conoclypus*; bildet die südliche Wand des Wartsteins,

3) darauf treten sehr massige braune bis grünbraune Sandsteine auf, welche fast fossilleer sind und im Verlauf des Zuges nach Westen in Sandsteinbrüchen abgebaut werden, die Schichten werden auch braun und ganz roth und führen stellenweise massenhaft *Num. Kaufmanni*, *Biarritzensis*, *perforatus* und (?) *Lucasanus*.

4) Hierauf macht sich eine weniger mächtige, aber versteinerungsreiche Lage bemerkbar mit riesigen *Operculinen* (welche vielleicht mit *Operculina gigantea* M.-E. identisch sind), Gasteropoden- und Lamellibranchiaten-Steinkernen, Echinidenresten, unter welchen *Prenaster alpinus* hervorragt. Letzteres Fossil charakterisirt am Kressenberg die Rotherzlage, welche hier bei Mattsee auch durch die Schichtfolge gekennzeichnet wird, denn es folgt unter ihr

5) gelber fossilleerer Sandstein mit einem Lithothamniumflötz, welches zwar kleine *Orbitoiden*, aber keine Arten des eigentlichen Granitmarmors der hangendsten Stockletten besitzt; auch die anderen charakteristischen Foraminiferengattungen des obereocänen Marmors fehlen hier,

*) Joh. Böhm hält diese Schichten für Nierenthalmergel; das ist nicht richtig, es sind zweifellos obereocäne Stockletten.

6) zwei Lager mit *Gryphaea Brongniarti*, getrennt durch mergeligen Grünsand; von anderen Fossilien ist zu erwähnen *Serpula spirulaea*, *Pentacrinus* spec. und *Crania subtuberculata* nov. spec. (vgl. Schafhäutl Taf. LXV Fig. 46). *Nummuliten* fehlen vollständig, nur eine kleine Orbitoidesart kommt an der oberen Grenze vor.

Die anderen sonst noch von Mattsee erwähnten Schichten habe ich nicht mehr aufgeschlossen gefunden;*) es genügt auch durch das Obige zu zeigen, dass hier eine grössere Aehnlichkeit mit der Sandnockfacies bei schwachen Anklängen an die Kressenbergzone vorliegt als mit der Eisenärzter; dies gilt wenigstens für die oberen Lagen, für die Lagen 5) und 6) müssen wir ganz in die Kressenbergerzone übergreifen, denn die *Gryphaea Brongniarti*-Bank wurde daselbst im Bergbau unter den gelben Sandsteinen im Liegenden des Sigmundflötzes allein aufgeschlossen, und im nordöstlichen Fortstreichen dieser Richtung haben wir das mächtige untere Lithothamnienlager am Thaleingang nach dem Jobsten Bruch, sogleich neben der Neukirchen-Siegsdorfer Strasse (vergl. Prof. Fig. 4, S. 38.)

Cap. XIV. Nummuliten Schichten bei der Leitenbach-Mühle.

Dem örtlichen Auftreten nach gehört dies Vorkommen weiter nach Süden als die Sandnockzone, da es mitten im Flyschgebiete liegt und mit seiner unteren Grenze dem Flysch auflagert. Wir unterscheiden daselbst zwei Schichten, 1) einen tiefdunkelbraunen Eisensandstein mit vielen *Ostreen*, *Pecten subimbricatus* Mnstr., und *Num. Biarritzensis*; darüber 2) schwarze thonige Sandschichten mit *Orbitoides tenella*; also einen Vertreter 1) des Rothflötzes und 2) der Mittelschichten; hier ist leider der Aufschluss abgeschlossen.

Die Facies der beiden Schichten steht der des Maurerflötzes nahe, also der des südlichen Ausklingens des Rothflötzes zwischen der Kressenberg- und Sandnockzone. Da wir in dieser Region unter den Rothflötzschichten die Grenzsandsteine zu erwarten haben, so müssen dieselben durch den Flysch vertreten sein, worauf wir unten im Cap. XXI noch ausführlich zurückkommen.

Capitel XV.

Ueber Vorgänge bei der Erzlagerung und Erzbildung.

Wenn durch die vorhergehenden Erörterungen festgestellt ist, dass die Sandnockzone der Numm.-Schichten wirklich eine selbstständige und verbreitete Zone südlich von der Eisenärzter, besonders von der Kressenberger Zone ist, so können auch die erwähnten Unterschiede mit Sicherheit zu einander in Beziehung gesetzt werden. Wir wollen hierzu erst die Kressenberger- mit der Sandnockfacies vergleichen.

Die nordsüdliche Abnahme der Fossilien an Individuen und Arten in sämmtlichen Thiergruppen bedeutet sicher eine grössere Entfernung der Ablagerung von dem mehr litoral gelegenen Wohnort derselben, welcher Transport nach der Erhaltung der Fossilien im Kressenberger Revier nur ein geringer

*) Abgesehen von der oberen Kreide im Liegenden des ganzen Complexes, welche die vindelicische Facies zeigt.

gewesen sein konnte. Nach Frauschers Zusammenstellung der Gattungen der Lamellibranchiaten ist die Kressenbergfauna eine litorale im weiteren Sinne und die Zusammenschwemmung derselben in diesem Revier dürfte ungefähr der III. Tiefenzone entsprechen. Wir müssen hier sehr starke Strömungen voraussetzen; denn ganz deutlich lassen sich Ansammlungsstriche in allen Schichten nachweisen, welche sich zwar nicht ganz gleichbleiben, aber doch ungefähr die Richtung der Flötzzüge beibehalten (wenn sie dieselben auch unter spitzen Winkeln kreuzen); es ist dies erklärlich, da die tektonische Scheidung nach den gefalteten resp. geborstenen Flötzzügen wohl im Allgemeinen den alten Uferlinien parallel ging, welche auch maassgebend für die Strömungsrichtungen gewesen sein müssen. Solche Züge sind:

a) Im hangenden mergeligen Grünsand vom Emanuelflötz zum Maurerschurf die Hauptvertheilung von massenhaftem Glaukonit und von Petrefakten, obwohl in den tieferen Schichten nicht genau dieselbe Richtung bemerkbar ist.

b) In der Richtung des Verlaufs des Sigmund-Maxflötzes und z. Th. des Emanuelflötzes die meiste Ansammlung von schwarzen Erzmassen in den Schwarzflötzen.

c) In den Mittelschichten eine Hauptconchylienzone vom Jobsten Bruch in der Richtung nach dem südlichen Theil des Ludwigsquerschlags, wobei die Lagen hier (als südlicher gelegen) sandreicher werden, wenn sie auch noch stark glaukonithaltig sind; im mehr nordöstlich gelegenen Bergbauaufschluss an der Weitwies treten hierbei bezeichnender Weise sehr glaukonithaltige Mergel auf. Im Emanuelflötz haben die Mittelschichten starken Erzreichthum, der nach dem südlicheren Maurerschurf durch stärkere Sandanhäufungen theilweise verdrängt wird.

d) Dem Erzreichthum der Mittelschichten ungefähr entsprechend ist die Richtung des Erzreichthums der rothen Flötze (aber im stärkeren Winkel deren Züge kreuzend) vom mittleren Ferdinand-Flötz nach dem Maxhacken zu erwähnen; er nimmt von da sehr rasch nach Südwesten ab. Eine Zunahme des Kalkgehalts nach dem Jobsten Bruch-Revier zu wird sogleich eine Erklärung erhalten; südlich von ihm beginnt schon einfache Kalk-Sandsteinfacies in diesem Horizont.

e) Die liegenden Schichten der Rothflötze zeigen in der Richtung vom Jobsten Bruch nach dem Josephsflötz einen stärkeren Erzreichthum und ähnliche Fauna mit geringer Kalkbankbildung. Im ganzen Ferdinandflötz-Revier bis zum Maurerschurf haben wir viel stärkere Kalkbildung; diese ist hauptsächlich aus kleinsten Lithothamnienfragmenten und Schalen-Detritus hervorgegangen, und es ist hierfür bezeichnend, dass wir ein *Lithothamnium*-Lager im Nordwesten vor dem Jobsten Bruch haben, welches die nordöstliche, durch das Verwerfungsfeld der Weitwies etwas südöstlich vorgeschobene und durch den Verlust seines Hangenden scheinbar nach Süden eingepresste Fortsetzung des Emanuel-Ferdinand-Liegenden ist. Dieses „Riff" ist hier vielleicht sehr nahe der alten Lebensstätte und sein Detritus erscheint südöstlich verschwemmt. Es ist möglich, dass Aehnliches auch die Ursache des grösseren Kalkreichthums der südlich davorliegenden Jobsten-Bruch Rotherzlage bildete, d. h., dass Bedingungen, welche in tieferer Lage die Existenz von Kalkalgen begünstigte, mit geringer Verschiebung auch hier den Kalkreichthum bewirkten. Der Versteinerungsreichthum stark kalkbedürftiger Conchylien ist auch hier sehr gross im Gegensatz zu den mehr erzführenden Regionen dieses Horizontes; das Gestein ist aber sehr hart,

sonst würde es die reichste Fauna dieser Schichten liefern. Bemerkenswerth ist weiter, dass wir *Lithothamnium*-Flötze sehr oft in der Nähe starker Glaukonitentwickelungen besitzen, wenn sie sich auch scheinbar gegenseitig ausschliessen, (besonders auffällig im Grüntengebiet.*) Bei Mattsee liegt das *Lithothamnium*-Flötz unmittelbar über dem Glaukonitmergel, steht aber in engerer Beziehung zu dem Eisensandstein. Gleiches gilt von dem Neukirchener *Lithothamnium*-Flötz; in der südöstlichen Fortsetzung derselben kommen wir aber auf die Glaukonitsande mit *Gryphaea Brongniarti*, endlich auf die starken Glaukonitlager im Liegenden des Josephsflötzes nach dem Maxhacken zu (Ludwigsquerschlag); es ist dies ein Zug hervorragender, etwas südlicherer Glaukonitanschwemmung, welche auch in den Mittelschichten der gleichen Flötzregion oben erwähnt wurde (vgl. auch die hangendste Glaukonitschicht).

Alle diese Punkte beweisen, einer wie der andere und sich gegenseitig stützend, dass die Ablagerungen im Kressenbergrevier durch starke Strömungen abgesetzt sind, welche mehr pelagisch gewesen sein müssen und die eigentlichen Uferregionen nur local berührt haben. Diese Uferregionen wurden, wie wir oben schon bei der Besprechung der beiden ersten Facieszonen betont haben, in unserem Gebiet hauptsächlich von Kreidemergeln gebildet und es wurde so auf ihnen ein ganz fremdes lithologisches Zerstörungsmaterial abgelagert; dieses weist am ehesten auf eine Herkunft aus einem Glimmerschiefergebiet zurück, das vielleicht (wahrscheinlich nicht sehr fern, aber doch nicht in unserem Revier) unmittelbar das Ufer gebildet hat. Hierfür spricht, wie schon erwähnt, dass die (nördliche) Kressenberger Zone faunistisch eine der Litoralzone genäherte war, die (südliche) Sandnockzone dagegen dem Ufer ferner lag. Die sehr bemerkbare Abnahme des Glaukonits hier (auch vom Wollsberggraben-Galon-Katzenloch in auffälliger Weise noch zu erwähnen) von Norden nach Süden bestätigen dasselbe, da nach den Untersuchungen v. Gümbels die Entstehung desselben an „nicht beträchtliche Meerestiefen und zugleich die Nähe der Küsten" gebunden ist. „Grünsandgebiete fanden sich 60—100 m tief an der Grenzlinie zwischen Kiesel- und Kalksediment am Innenrand des Golfstromes" (vergl. J. Walther, l. c. S. 883 nach Agassiz). Diese Verhältnisse scheinen für unser Gebiet am ehesten zu passen (besonders was die Glaukonitschicht über den Schwarzflötzen betrifft) wobei die beiden Sedimentzonen der Eisenärzt-Kressenberger- einerseits und der Sandnockzone andererseits entsprechen würden.

Wir haben nun im Norden und Nordosten unseres Gebietes Land anzunehmen und es giebt uns dies eine Möglichkeit, der Erzbildung und ihren Begleitumständen etwas näher zu treten. Nordöstlich vom Kressenberg liegt die Zone der Eisenärzter Facies; eine ganz direct nördliche Vorlagerung ist allerdings hier nicht so deutlich, wie in der Folge von Wollsberggr.-Galon-Katzenlochgraben. Mit der Eisenärzter Facies fehlt hier die Adelholzener. Es ist dies aber offenbar nur eine tektonische Lücke; der Pattenauer Stollen lehrt, dass hier der Untergrund hauptsächlich cretacisch ist, dass also die Einfaltungen oder keilartigen Einsenkungen von Eocänschichten bis zum letzten Rest erodirt oder überhaupt schon früher tektonisch vernichtet worden sind (ähnlich wie die süd-

*) Sehr merkwürdig ist das überwiegende Auftreten des Glaukonits mit Quarzsanden von mittlerem bis feinem Korn: seine Bildung scheint an sehr fein vertheilten Schlamm (Detritusmaterial krystallinischer Gebirge) bei dennoch klarem Grundwasser gebunden zu sein, während Kalkalgen trübes schlammiges Wasser lieben.

östlichen Fortsetzungen vom Maxflötz, Christophflötz und Ulrichflötz, die östliche Fortsetzung des Sandnockzuges, die westliche des Katzenloch-Galoncomplexes).

Wenn wir daher auch direct nördlich vom Kressenberg die Eisenärzter und Adelholzener Facies zwischen Neukirchen und Hachau annehmen, machen wir uns sicher keiner unbegründeten Annahme schuldig, besonders da ein isolirtes Auftreten solcher eminenten Faciesgleichheiten nur durch einen früheren continuirlichen Zusammenhang erklärt werden kann.*) Wir können also den Schluss ziehen, dass die Kressenberger Facies erztreibenden Strömungen ihre Entstehung verdankt, welche südlich von der Eisenärzter Zone ihren Curs hatten und auf diese keine andere Einwirkung ausübten, als dass die Gewässer schwach eisengetränkt wurden, die ihren Gehalt dann den Sedimenten feinvertheilt mittheilten; hierbei mögen auch seltener sparsame Ausstreuungen von Eisenoolithkörnchen in den stiller fliessenden, von flacheren Uferregionen retardirten Gewässern vorgekommen sein, ohne zu abgegrenzten Lagen zusammentreten zu können. Dieses Merkmal kommt den starken Strömungen zu, wie dieselben auch häufigen Richtungsänderungen durch ihre eignen Anschwemmungen unterworfen sind und daher entschiedenere Schichtdifferenzirungen hervorrufen. Nur starke Strömungen konnten auch den Eisentransport in nicht geringen Tiefen, wie sie offenbar hier vorlagen, ausführen. Dies erlaubt nun vor allem die Folgerung, dass die Masse des Eisenerzes in ihrer Hauptentwickelung, gleich wie die in ihren Basalschichten, Mittelschichten und ihrem Hangenden aufgehäuften Massen von Glaukonit, welche beide (wie oben erwähnt) einen Hauptströmungsstrich einhielten, nicht in dem geognostisch zu beobachtenden Intervall zwischen der Eisenärzter und Kressenberger Zone entstanden sein können; es liegt dies auf der Hand, da beide, Eisenoolith und Glaukonit, ein ruhig sprudelndes bezw. fliessendes Wasser zu ihrer Bildung verlangen.

Ueber die Möglichkeit einer noch genaueren Aussage von den Vorgängen bei der Erzbildung können uns nur einzig und allein die schon oben gewürdigten incrustirten Faunen Aufschluss geben, die neben den in den Erzlagern den Oolithen mechanisch beigemengten, das überwiegende Fossilienmaterial bildenden, primären Faunen in der Minderzahl auftreten.

Wir haben die doppelte *Nummuliten*-Fauna der Schwarzerze schon besprochen. Wir recapituliren, dass neben den noch kalkigen, nur ganz schwach äusserlich grünschwarz infiltirten, mehr „angehauchten" Orbitoiden und Perforaten („primäre Fauna") eine zweite Gruppe von Fossilien existirt, welche sehr stark von Eisenerz durchsetzt, wie in Erz umgewandelt ist und ausserdem von einer starken, glänzenden Erz-Incrustation überzogen ist. Diese Incrustationshülle kann durchaus keine nachträgliche sein, etwa eine Schwartenbildung in der Gebirgszeit; es ist vielmehr erstaunlich, wie wenig derartiges, auf eine Auflösung und erneuten Absatz innerhalb des Gesteins**) Hinweisendes vorhanden ist. Ganz und gar identisch mit den incrustirten Nummuliten sind die incrustirten Knollen, welche in den verschiedenen Lagen ganz locker (fast ohne anderes Bindemittel als nicht incrustirte Sandkörner) ohne irgend eine Schwartenbildung an einander

*) Auch im Neubeurer Nummuliten-Gebiet liegen Schichten der Adelholzener Facies nördlich von einer Kressenberg-Sandnockfacies (vergl. oben) vor.

**) Das einzige auffällige Beispiel von Metamorphose ist der nicht seltene Ersatz von Korallenskeletten und Molluskenschalen durch Phosphorit, welcher nach Auslaugung der Schalen (offenbar aus zersetztem Glaukonit stammend) in den Schalenhöhlungen abgesetzt wurde.

gereiht sind; nirgends zeigen sich Verkittungen oder Ausfüllungen der intersphärischen Lücken. Dies beweist ganz unzweideutig, dass die Incrustation kein Vorgang während der Zeit der „Diagenese oder Metamorphose" gewesen sein kann; das einzig darauf Zurückzuführende ist die besprochene, hauchartig ins Innere dringende, doch nur oberflächliche Anfärbung der ersterwähnten „kalkigen" Nummuliten-Fauna. Die incrustirte und vor der Incrustation metamorphosirte Fauna ist dagegen ganz bunt der übrigen normalen Fauna untergemengt und der ersteren schon in dem vorliegenden Zustande zur Zeit der Flötzbildung beigesellt; abgesehen von allem anderen geht dies besonders schon aus der grossen faunistischen Verschiedenheit (S. 48 Cap. XII.) der beiden Fossilgesellschaften hervor.

Wie schon oben betont, sind die vererzt vorliegenden Formen *Num. perforatus, laevigatus, irregularis, Assilinen* und *Orbitoides;* sie zeigen noch ein zweites Charakteristikum: sie sind vor ihrer Incrustation zertrümmert unregelmässig oberflächlich ausgefressen, abgerieben und innerlich so zersetzt gewesen, dass man häufig fast von einer Pseudomorphose eines Nummuliten nach Eisenerz reden könnte. Dieser Process kann nur vor sich gegangen sein während und inmitten des Bereichs der Erzbildung selbst, und diese Erzbildung kann nur an einer Stelle stattgefunden haben, wo eine solche Demolirung der Fossilien (welche ein durchgehendes Charakteristikum ist, das für die in ihrer Zusammensetzung ganz anders gestaltete „primäre Fauna" nicht gilt) schon möglich war. Schafhäutl glaubte, dass die Fauna des Schwarzerzes, besonders die grossen *Orbitoiden*, eisenhaltige Gewässer zu ihrem Leben gebrauchten; abgesehen davon, dass auch in der nur kalkigen Adelholzener Fauna sehr viele Nester mit den grossen *Orbitoiden* vorkommen, kann diese Fauna und die sie begleitenden, grösseren *Perforaten* durchaus nicht für autochthon mit dem Erz gelten. Dies könnte nur von der in der Minderzahl befindlichen „incrustirten" Fauna selbst gesagt werden; dass diese aber durchgehends zerbrochen und demolirt ist, das beweist, dass sie auch nicht mit dem Erz ganz tautochthon ist, da dessen Bildung gewiss in einem ruhigeren Wasser vor sich ging und auch die von den sehr bewegten Wassern fortgeführten „primären", nicht incrustirten Faunen der übrigen Schichten keine Spur derartiger zerstörender Einwirkung selbst der stärksten Fluthungen aufweisen. Es liegt sehr nahe, an eine Zerstörung eines schon vorher etwas verfestigten Untergrundes zu denken, der durch eigenartige Ereignisse dem ruhigen Sedimentirungsboden entzogen und Erosionsboden im weiteren Sinne des Wortes wurde. Es stimmt hiermit die Thatsache, dass gerade in den Schichten, welche den Boden der Schwarzflötze in normaler, vielfach wiederholter und auch dem *Nummuliten*-Schema entsprechender Reihenfolge bilden: den Mittelschichten mit dem Hauptassilinen-Horizont, dieselbe Abart des *Numm. perforatus*, der *Numm. irregularis* und (nach dem Sandnock zu schliessen) auch der *Numm. laevigatus* (erstere sehr häufig und weit verbreitet) vorkommen.

Dass wirklich derartige Entnahmen von Fossilien der unterlagernden Schichten in diesen Ablagerungsrevieren vorhanden waren, beweist auch folgende Thatsache.*) Wie wir erwähnten, beherbergt das Schwarzflötz eine Fauna mit Wirbelthierresten, besonders Haifischzähnen. Dieselben sind hier in ganz normalem, gut erhaltenem Zustande, nur hat eine braungrüne bis dunkelbraune Anfärbung

*) Wir sehen hier von dem erratischen Belemnitellenfunde im Rothflötz ganz ab.

stattgefunden. In den unmittelbar hangenden Schichten, welche einen einheitlichen Ablagerungscomplex darstellen, kommen nun besonders im Glaukonitmergel Haifischzähne mit der gleichen braungrünlichen Anfärbung vor, aber ohne Incrustation, welche in Wurzel und Spitzen ganz defekt sind und an ihren Bruchstellen ganz geglättet erscheinen. Ich halte daher diese Zähne für sekundär abgelagert und aus dem schwarzen Flötz entnommen; eine Erscheinung, die ich früher bemerkte und für die ich diese Erklärung eher anwandte, als ich auf die gleiche Erscheinung mit der incrustirten Fauna in den tieferen Schichten aufmerksam wurde.

Wir kommen jetzt zu den Mittelschichten selbst und wollen zeigen, dass auch hier Aehnliches stattfindet. Zu den Incrustationsbildungen, welche uns hier entgegentreten, gehören auch wie erwähnt die incrustirten Gesteinsknollen, welche die Lage der obersten sandigen Mergel derselben abschliessen. Diese Knollen sind sowohl grobkörnige Sandsteinknollen und etwas kalkige Knollen, als sandige Mergelknollen bunt durcheinander, welche innerlich fest gebunden einen nur geringen Eisengehalt zeigen, jedoch äusserlich von einer starken Erzkruste überzogen sind; im Mauerschurf liegen sie etwas tiefer, zeigen Krebseinschlüsse, manche sind voller Nummuliten, manche, besonders die grobkörnigen, bergen hier und da *Assilinen*, manche sind ganz versteinerungsleer. Andere zeigen eigenartige Fossilien, die im Bereich der bekannten Aufschlüsse zum Theil nicht auftreten; aus solchen Knollen stammen zum Beispiel allein *Protocardium fraterculus* Dsh., *Lima spathulata* Lmk., *Lucina umbilicata* Dsh., *Pholadomya* spec. nov. (?), *Trochus Münsteri* Gümbel, *Mitra plicatilis* Lamk, fast lauter Unica, die in den unmittelbaren Begleitlagen in dieser Gegend nicht vorkommen; sie stammen aus einer Region der Mittelschichten, welche unserem Gebiete und seiner Local-Fauna ferner liegt und sind hierher zusammengeschwemmt.

Bemerkenswerth ist, dass in diesen Knollen auch die hier und da eingeschlossenen Schalen der Dimyarier und Gastropoden gut erhalten sind, während sie in den Schichten selbst total aufgelöst wurden, sie wurden daher vor der Auflösung durch die Incrustation geschützt, welche sonach ein älterer Process gewesen sein muss, als der der Schalenauflösung durch das im Gesteine zirkulirende kohlensäurehaltige Wasser. Für die intensive Conservirungsfähigkeit der Incrustation spricht auch noch folgende Erscheinung: alle Kalkschalen haben durch die Eisenoolithkörner Eindrücke erhalten (vgl. v. Gümbel Geologie v. Bayern I. S. 256), dabei ist aber auffällig, dass die Erzkörner gegen einander keine Eindrücke erzeugt haben und dass die incrustirten Knollen oder Schalen desgleichen ohne Eindrücke geblieben sind. Zur Bildung von solchen Eindrücken gehören, wie man daraus folgern kann, nicht nur Druck- und Reibungserscheinungen, sondern auch Lösungsvorgänge an der Contaktstelle. Herr Oberbergdirektor v. Gümbel hält nach gütiger mündlicher Mittheilung über neuere ausgedehntere Untersuchungen dieselben für Lösungsvorgänge in z. Th. lockeren, aber schon erhärtendem Gestein unter Beihülfe von kleinsten Erzitterungen der Gesteinstheilchen. Zugleich mit der Auflösung von Schalen würde also auch aus den Eindrücken auf genügend vorhandene Mengen kalklösender Wasser zu schliessen sein; da aber die Eisen-incrustirten Bestandtheile und Eisenoolithkörner unter sich keine Eindrücke zeigen, so ist die Menge und Lösungsintensität dieser Wässer nicht so gross, dass sie auch die Eisenerze in Lösung führen und an anderer Stelle absetzen, d. h. Ursache einer nachträglichen Eisenincrustation

sein konnten. Dies Resultat wird auch von allen anderen Ausgangspunkten der Betrachtung schliesslich erreicht, und es darf so als unzweifelhaft hingestellt werden, dass der Incrustationsvorgang ein mit der Eisenerzbildung gleichzeitiger und tautochthoner ist.*)

Das ganz Verschiedenartige in dem petrographischen Habitus der erwähnten Knollenbildungen, die jedenfalls aus einer einheitlichen Incrustationsarea stammen, beweist, dass in deren Nähe die Sedimentation während des Aufbaues der Mittelschichten eine geringe war, sodass die schwachen Anschwemmungen von Sand und Mergel auch wieder schnell zerstört werden konnten; nachdem sie local, breit fladenartig-knollig sich gefestet hatten, wurden sie aus ihrem Zusammenhang befreit und fielen darnach als fladenartige Knollen der Incrustation anheim.

Die endgültige Bildung dieser Knollen ist entschieden eine verwickeltere, wie zum Beispiel die der Phosphoritknollen in weichem Schlamm oder schlammigem Sand; wenn der Bildungsmodus für den Anfang derselbe gewesen ist, dass nämlich die um einen grösseren oder kleineren organischen Kern befindlichen sandigen, schlammigen und thonigen Massen wohl unter dem Einfluss der faulenden organischen Substanz durch Niederschlag eines unlöslichen z. Th. phosphoritischen Materials hier einen Concentrationsmittelpunkt besassen, wohin sich das in der Umgebung befindliche gleichartige oder auch heterogene Material verdichtete, so ist hiermit die Geschichte dieser Knollen vollendet; sie liegen fest in der erhärtenden Schlamm- oder Sandlage. Im Kressenberger Revier beginnt aber erst mit diesem Punkte deren eigenartige Geschichte; es wurden darnach diese offenbar nur unbedeutenden Lagen mit ihren knolligen Erhärtungen wieder zerstört und verlagert, ihre schon am meisten gefesteten Theile blieben im Zusammenhang und wurden incrustirt. Vor mir liegt als ein Beweis ein im Inneren schwarzblauer, feinsandiger, glimmeriger Knollen mit einem *Brachyuren* cf. *Cancer tridentatus;* seine Schale ist ganz erfüllt von einem sehr gehärteten glimmerigen feinsandigen dunklen Kalksandsteine (dem klastischen Material der Jobstenbruchfacies), sie ist weiter theilweise mit Gestein umhüllt; so weit dieselbe umhüllt ist, blieb die Schalensubstanz vollständig wohl erhalten; wo sie von dem Sandmaterial nicht mehr umhüllt ist, ist die Schale vollständig verschwunden, auch die Form des Steinkernes ist etwas alterirt, abgewaschen und das Ganze in solchem Zustande als Torso incrustirt; endlich ist das Stück in ein rothbraunes grobsandiges Mittel nebst vielen anderen, anders beschaffenen Knollen verlagert. Dieser Knollen wurde also aus seinem Zusammenhang gelöst; soweit er gefestet war (was ja bei Festigungen mit Hilfe der faulenden organischen Substanz ziemlich rasch vor sich geht) blieb die Schale intakt; soweit er noch weich

*) Diese Schlussfolgerung gilt für alle Fälle, ob man nun, wie Herr Oberbergdirektor v. Gümbel die Erzitterungen als eine die abgelagerten Einzelteilchen erschütternd hebende und senkende Wirkung der Fluthung und der sich fortsetzenden Sedimentation zur Zeit des Beginns der Diagenese ansieht, oder ob sie für eine Folge jener in grosse Schichtencomplexe gleichmässig sich ausbreitenden Erschütterungen aufzufassen sind, welche durch den unter dem Schichtendruck stattfindenden allseitigen Ausgleich der durch die chemischen Processe der Diagenese entstehenden internen Raumverminderungen und Zusammenrutschungen hervorgebracht werden (wobei sich die kleinsten Theilchen der Schichten aneinander reiben müssen) oder ob sie endlich als während der Gebirgsdislocationen durch die von den grossen Spalten nach dem Inneren sich fortpflanzenden Rutschungs- und Reibungserschütterungen in einer gewissen Analogie mit der Bildung der Drucksuturen entstanden erklärt werden. Hierbei überall vorauszusetzende Lösungserscheinungen haben aber auf den Eisenoolith nicht gewirkt.

war, wurde das Hüllmaterial abgewaschen, die Schalentheile abgerollt und in das Erzbecken verlagert, daselbst in Ruhe incrustirt und wiederum in's offene Meer hinausgeschwemmt.

Wie es sich mit diesen Krebsknollen verhält, so ist es auch mit den übrigen Knollen, welche zum Theil Nummuliten-Anhäufungen zeigen, z. Th. die oben angeführten Fossilien führen, die aber ganz verschiedenartige Gesteinsmaterialien haben, demnach nicht der Lage selbst angehören, sondern dem Umkreis der in der Zone möglichen und in der Nachbarschaft beobachteten Gesteinsentwickelungen. Der Bergbau hat auch im Joseph-Mittelflötz ein Erz abgebaut, welches dem Schwarzflötz sehr ähnlich ist und dessen zahlreiche Handstücke in der Sammlung des kgl. Oberbergamtes ähnliche Erscheinungen erkennen lassen. Sie haben auch eine „doppelte" Fauna und führen eine grosse Anzahl incrustirter Knöllchen und Bröckchen von eigenthümlich eckiger Form, welche beweist, dass sie ausgebrochene Fragmente einer anderen Schicht darstellen. Diese Schicht ist ein thoneisensteinreicher Sandstein gewesen mit wenig Eisenoolithkörnchen von goldglänzender Oberfläche; sie liegen nun in einem schwarzgrünen Erzmittel mit braunen Erzkörnern ohne alle Sandbeimengung. Daneben treten einige zerbrochene, incrustirte Steinkerne von einem *Cardium* auf, deren Material dieselben Bestandtheile wie die Knöllchen hat, welches Material der Erzlage, in der sie vorkommen, ganz fremd ist. Auf die Steinkernbildung kommen wir unten noch näher zurück, einstweilen ist das klar, dass wir hier die incrustirten Reste einer zerstörten Schicht vor uns haben, welche wir nur auf die unteren Mittel-Schichten selbst beziehen können.

Wir haben nun in den Mittelschichten zwar eine Zeit ununterbrochener Erzbildung und nur geringer Einbeziehung der Eisenerze in die Sedimentation; wo aber solche bemerkbar ist, zeigt sich zugleich eine grobkörnige Sandablagerung. An denselben Stellen, wo senkrecht darunter und darüber (vorher und nachher) starke Fluthen wirkten, haben wir Ablagerungen ruhiger Fluth, welche besonders dadurch charakteristisch sind, dass sie viele Holzfragmente und sogar kleine Kohlenflötzchen enthalten, also dem nördlichen, „vindelicischen" Lande nahe lagen. Auch hier gilt, dass eben abgelagerte und kaum gefestete Lagen aus dem Bereich der Sedimentation in den der Erosion und von da in den der Incrustation gelangten, wobei eine auffällige Demolirung zu verzeichnen ist. Dieser Process kann nur durch eine Hebung des Sedimentationsbodens möglich geworden sein. Diese Hebungen mussten nicht nothwendig auffällige Abschnitte innerhalb der Ablagerung der Mittelschichten hervorbringen, da sie bei deren Allgemeincharakter (als der Bildung eines seichteren Meeres) keines grossen Maasses bedurften, um den Sedimentationsboden zum Erosionsboden zu gestalten; auch kleinere Schwankungen genügten dazu.

Wieder ein äusserlich nur wenig anderes Auftreten der Incrustation zeigt die grosse Knollenlage in der obersten Region des Ferdinandflötzes selbst, welche sich auch noch als Knollenlage unter den Mittelschichten in der weit südlicheren Sandnockfacies erkennen lässt. Hier zeigen auch die Lagerungsverhältnisse ganz klar, dass eine nachträgliche Incrustation der Knollen in der Gebirgszeit mit aus den Gesteinsschichten aufgelöstem Erze ganz unmöglich ist. Wir haben in der Lage selbst gar keine Ausstreuung freien Eisenooliths, im Hangenden finden wir durchaus erzarme, wasserundurchlässige Schichten mit meist besser erhaltenen Schalenresten; im Liegenden wasserdurchlässige

Sandsteine, in denen gar keine Incrustationen, wohl aber reichliche Schalenauflösungen zu bemerken sind; dies gilt auf ungeheuere Flächenausdehnung hin, also gerade die Umkehr der Verhältnisse, welche einen Erzabsatz in Folge von circulirendem Wasser möglich machen könnten (vergl. auch oben S. 60—61).

Unter den Sandsteinknollen der oben gegebenen Charakteristik kommen hier auch wieder zertrümmerte incrustirte *Orbitoiden*, vollständige Krebssteinkerne ganz ohne Schale und hauptsächlich incrustirte *Echiniden*, *Gasteropoden* und *Lamellibranchiaten* vor. Sie sind desgleichen zertrümmert und als solche incrustirt; das Interessanteste daran aber ist, dass sie, wie oben auch beim Joseph-Mittelflötz erwähnt wurde, sämmtlich als defekte Steinkerne incrustirt sind. Wir haben hier dieselbe Erscheinung, wie bei den incrustirten Knollen; die Schalen wurden aus ihrem Sediment gelöst, ihre sandige Erfüllung blieb hierbei unberührt, erhärtete oder war schon vorher etwas erhärtet; darauf begann ein Zerstörungsprocess der Schalen selbst, sodass nur die Steinkerne mehr und weniger defekt übrig bleiben (von *Echiniden* sind die Schalen etwas besser erhalten); diese wurden in das Incrustationsgebiet verschwemmt, daselbst incrustirt, von wo sie wieder auf dritter Ruhestätte in den hangenden Abschluss des Rothflötzes kamen, in dem nun nichts anderes als „incrustirtes" Material vorkommt.

Diese Steinkerne erinnern durchaus nur an Formen aus dem darunter liegenden Rothflötz (gut bestimmbar sind *Echinanthus Cuvieri*, *Echinolampas subcylindricus*, *Pholadomya speciosa*), haben auch die Bestandtheile desselben mit bemerkenswerthem, wenn auch nicht starkem Gehalt an Erzkörnern. Wir sehen also hier Steinkerne eines unmittelbar darunter befindlichen Lagers in zertrümmerter und incrustirter Form mit anderen incrustirten Knollen zusammen in einer wenig mächtigen Lage angehäuft, welche also durchaus das Zerstörungsprodukt einer Region der darunter lagernden Schicht sein muss.

Wir kommen nun zu der untersten erzführenden Schichtenreihe des Eocäns, welche nur in einem Zug (der dem Zug der Hauptmasse von in Roth- und Schwarzerzflötzen darüber liegenden Erzansammlungen entspricht) selbst erzführend ist: dem Jobsten-Bruch-Maxflötzstrich; es sind die Hauptlagen der *Exogyra eversa* abwärts bis zum ersten Auftreten der glimmerreichen thonigen Sandschicht, (Nr. 6 bis 8 des Profils S. 38) von welchen Nr. 8 auch noch im Liegenden des Max-Josephsflötzes in einem Aufschluss jenseits der „Wasserleitung" (Weitwies) ansteht.

Hier haben wir sogleich in der untersten grobkörnigen Lage kleinerer incrustirter Knollen auch incrustirte zerbrochene und abgewetzte Austernschalenfragmente (besonders Deckel der *Gryphaea Brongniarti*) und Cranienschalen in gleichem Zustande. Da dies auch ungefähr der Horizont der Lagen ist, in welchen diese Fossilien an anderer Stelle in nicht incrustirter Form vorkommen, so haben wir ähnliche Verhältnisse wie bei den Mittelschichten. Auch hier haben wir im Verein mit und im Liegenden glimmerreiche, thonige Lagen und feinkörnige Sandsteine mit Pflanzenresten. Wir sehen uns auch sonst dem Ufer genähert, da, wie oben erwähnt, in dem unmittelbar nördlichen Zug ein *Lithothamnium*-Lager zu bemerken ist, welches erst nach Westen und Südwesten, durch die Strömung ganz zertrümmert, sich fortsetzt.

Wenn wir so die Geschichte der ganzen Erzfacies rein in Bezug auf die Erzführung zusammenfassen, so haben wir zuerst eine Erzbildung auf dem

Boden der glimmerreichen, thonigen und grobkörnigen Sandsteine (Achthaler Sandsteine, Grenzschichten), welche die untersten Nummuliten führen. In der Nähe der Erzbildungsarea wird diese Unterlage theilweise zerstört und in jene hineingeschwemmt; damit und darauf erfolgt eine erste Erzsedimentation, welche den Vorrath der Erzbildung in's offene Meer, aber in sehr beschränktem Gebiet, fast gleichzeitig ausstreut.

Sodann tritt eine plötzliche auf dem Flächenraum sehr erweiterte Ausstreuung der Erzvorräthe und des neuen Bildungsmaterials ein, die in der Rothflötzbildung gipfelt und gewaltig einbrechenden Strömungen zuzuschreiben ist. An der oberen Grenze der Rotherzflötze tritt nun eine Aenderung ein. Der Boden der Rothflötze wird in der Nähe der Erzbildungsarea Erosionsboden und wird zerstört, die Fragmente desselben werden in die Area verschwemmt, incrustirt und bilden die zweitunterste Knollenlage.

Mit dieser Lage tritt wieder eine Aenderung ein; die Erzbildung dauert zwar fort, wird von schwächeren Strömungen weniger tangirt und nur theilweise in die Sedimentation hereingezogen. Trotzdem schreitet der Process fort, nach welchem der neugebildete Boden in der Nähe der Erzbildungsarea der Sedimentation entzogen, erodirt wird und in das Incrustationsgebiet hineingeräth. Es endet diese Periode mit einer Knollenbildung, wobei wieder neue Gebiete vorheriger Sedimentation den ganz gleichen Process durchmachen und in das Incrustationsgebiet in zertrümmertem Zustande gerathen.

Das letzte Stadium ist wieder eine gewaltige Ausstreuung der Erzoolithe in den Schwarzerzflötzen, vermengt mit incrustirten Formen der Unterlage der Mittelschichten; dies unterscheidet sich von den Rothflötzen dadurch, dass jede gröbere Sandbeimengung vollständig fehlt und das Bindemittel ein ausserordentlich feinkörniges, sandig-kalkiges ist; diese Schwarzerzströmung scheint fast ganz und gar aus dem Gebiete der Erzbildung selbst zu stammen und wenig Zusammenhang mit den grösseren, im Hangenden und Liegenden bei dieser Zone und in der Sandnockzone südlich auch im Erzhorizont selbst Sand führenden Strömungen gehabt zu haben.

Es herrscht hier ein Gleichlaufen mit den darunter liegenden Mittelschichten; wo in diesen stärkere, grobkörnigere Sandbeimengungen zu bemerken sind, da treten auch hier und da zwischen den feinkörnigeren Erzlagen des schwarzen Zuges oft grobkörnigere, manchmal etwas kalkige Zwischenlagen mit den nicht incrustirten grossen Perforaten ein; in den meisten Fällen aber st das Schwarzerz, besonders in dem Strich seiner Hauptansammlung, ohne gröbere Quarzkörner und beziehen sich die in Schafhäutls Analyse gegebenen 25 Proc. Quarz und Kieselsäure auf die in ihrem Korn mit freiem Auge gar nicht erkennbaren Bestandtheile des Bindemittels, welches Maass der Feinkörnigkeit auch im Allgemeinen die thonig-sandigen Mittelschichten charakterisirt. Das Schwarzerz bildet hierin den Abschluss der Mittelschichten, wie auch in diesen schon Schwarzerzansammlungen auftreten; da auch die Stärke der Körner eine geringe ist, so bedurfte es auch nur geringerer Strömungsstärke, dieselben zu transportiren. Selten sind hier kleinere, eckige, incrustirte Fragmente einer tieferen Schicht, wie wir dies bei dem schwarzbraunen Josephmittelflötz erwähnten.

Wenn wir nun mit unserem Gebiete die westlicher gelegenen vergleichen, os ist es bemerkenswerth, dass nach gefälligen mündlichen Mittheilungen des

Herrn Hans Imkeller in München und gemeinsamen Begehungen des Tölzer Gebietes zu schliessen eine z. Th. braun entwickelte Rotherzzone sehr deutlich vorhanden ist, dass aber eine obere Erzzone vollständig fehlt und hier nur der Enzenauer Kalk entwickelt ist. Das Gleiche gilt vom Grünten; hier hält sich die Erzbildung an eine untere Rotherzzone und erstreckt sich auch durch die ganzen Mittelschichten in etwas schwächerer Vertheilung auf ein ziemlich grosses Verbreitungsgebiet hin, hält aber mit ganz geringer Ausnahme scharf an der Stelle still, wo die Schwarzerzbildung kommen sollte und haben wir hier fast nur Kalkbildungen, welche massenhaft Lithothamnien enthalten. Wenn so die obere Grenze der Schwarzerzbildung jedenfalls einer Epoche entspricht, welche in allen Gebieten eine gleiche Ursache haben muss, so ist zu bemerken, dass die Erzansammlung selbst nur localer Natur sein kann gegenüber der grossen und constanten Verbreitung, welche das Rotherz hat. In diesen Rotherzschichten tritt auch immer der faunistische Charakter des Kressenbergs deutlich und constant hervor, während die Schwarzerzregion einen wechselnden Charakter hat. Die Neubeurer Gegend verhält sich hierin ganz eigenartig; bei Tölz ist — wie schon v. Gümbel und Schafhäutl Eisenärzt mit Enzenau vergleichen — der Eisenärzter Charakter deutlich, im Grünten Gebiet sind Anklänge an Eisenärzter und den Adelholzener Charakter. Wenn wir nun hierin besonders die Uebergänge zu den entschiedener litoralen Bildungen local ausgedrückt sehen, so dürfte dies auch für das Schwarzerz des Kressenbergs gelten.

Schon in den Mittelschichten haben wir die feinkörnigen, thonigen Sandschichten, welche die Ausdehnung unseres ganzen Gebietes von der Eisenärzter Facies bis in die der Sandnockzone hinein fast gleichmässig charakterisiren und eine im Allgemeinen sehr zurücktretende Strömungsstärke in kurz vorher sehr wild bewegtem Gebiete beweisen; zugleich haben wir neben starkem Bitumengehalt und vereinzelter Verkiesung der *Nummuliten* zahlreiche Pflanzeneinschwemmungen, welche sich in derjenigen Richtung zu kleinen Kohlenflötzchen steigern, in welcher später auch die Haupterzanschwemmung im Schwarzflötz erfolgte (nach Aussagen von bergmännischen Sachverständigen ist auch die Menge und der Gehalt des Erzes in der Richtung vom Sigmundflötz nach dem Maxflötz am stärksten).

Bei einer geringeren marinen Strömung treten also jetzt Anzeichen einer concentrirten Einströmung vom Lande her auf. Wenn wir nun bedenken, dass stellenweise dem Schwarzerz sehr ähnliche, aber doch stark sandführende Ablagerungen schon in den Mittelschichten zu bemerken sind, dass das Bindemittel im Schwarzerzflötz noch eine Steigerung der feinkörnigsten Lagen der Mittelschichten bedeutet, dass das Erzkorn selbst an Stärke ein meist geringes ist, dass der Fauna des Schwarzerzes, gleichwie die *Nautilus*-Arten des Rothflötzes, auch alle jene mehr pelagisch lebenden Formen abgehen, welche mit *Nautiliden* auch im glaukonitischen Hangenden des Schwarzerzes zusammen vorkommen, dass ihm nur Typen flacher Gewässer selten beigemischt sind, dafür aber nicht eben seltene Reste von Crocodilen und marinen Raubfischen vorhanden sind, die die Küste und Ausströmungen vom Lande her belagern, so wird uns sehr eindringlich nahe gelegt, dass sich seine Bildung wesentlich von der des weitverbreiteten Rothflötzes unterscheidet und entsprechend dem oben aus anderen Gründen nahe gelegten localen und unmittelbarer litoralen Charakter nach einer mehr vom nördlichen vindelicischen Ufer her erfolgenden, nicht einmal

starken Einströmung zu verdanken ist, wo wir, wie schon öfters betont, als eigentliches Küstenanstehendes zunächst nur cretacische Schichten haben.

Zunächst wird hierdurch noch erklärt, warum das Schwarzerz vergleichbar den unterlagernden, thonigen, feinglimmerigen und feinsandigen Mittelschichten mit den kohligen Einlagerungen eine so sehr starke Verbreitung in nordsüdlicher Richtung besitzt und erst in der Sandnockzone sich mit etwas gröberem Sandmaterial vermengt; diese weite südliche Verbreitung senkrecht vom vindelicischen Ufer ab hat das Rothflötz wie erwähnt nicht, wenn auch hier die Erzmenge und die bergbauliche Qualität in einem nordsüdlichen Strich die höchste ist; dies und seine obere weit südlich verbreitete Knollenlage ist der einzige Rest der nördlichen Provenienz wenigstens seines Erzgehalts. Die heftigen mehr pelagischen Strömungen, welche in der Richtung des vindelicisch-subalpinen Meeresarmes ostwestlich die Erzbildungsarea berührten und ins Rotherz oft faustgrosse Quarzgerölle einschwemmten, hat die Ablagerung des rothen Erzes nach der Küste zu westlich abgedrängt; während der jüngeren Periode dehnte sie sich ungehinderter nordsüdlich in's Meer aus, da zu dieser Zeit die stärkeren Strömungen südlicher von unserem verflachten Ablagerungsgebiet verliefen; das Schwarzerz erscheint so als ein Abschluss der Mittelschichten.

Dass auch zu der Zeit der Rotherz-Sedimentation die Erzeinführungen durch Strömungen aus dem Erzgebiet selbst erfolgen musste, haben wir schon mehrfach berührt und ist natürlich, wenn wir auch wegen der Vermischung mit den groben Treibmaterialien der marinen Strömungen nur geringe Anzeichen haben (ein einziger Krokodilzahn und seltene Haifischzähne wurden im rothen Josephsflötz nachgewiesen; weiter findet sich in ihm stellenweise, doch nicht selten Retinit).

Weiter haben wir zu betonen, dass in den drei Schichtintervallen, in denen die Eisenablagerung zurücktritt, Glaukonitablagerungen stark hervortreten und besonders immer da, wo gar kein Eisenoolith in der Nachbarschaft zu erwähnen ist. Mit diesem Glaukonitauftreten sind aber stets die Fossilvorkommen verbunden, welche durchaus mehr pelagisch-marinen Charakter haben, wie auch der recente Glaukonit nach Walther überall auftritt, wo nicht viel Flussschlamm zur Ablagerung kommt (nach Murray sich meist „an Küsten aus alten krystallinischen Gesteinen ohne Süsswasserströme" bildet). Letztere Anzeichen haben wir aber gerade im Zusammenhang mit dem stärksten Erzlager, dem Schwarzflötz. Der Glaukonit und Eisenoolith des Kressenbergs stammen nun jedenfalls aus benachbarten, aber doch streng getrennten Gebieten; die Quelle ihres Eisengehaltes dürfte aber dieselbe sein und ihr Unterschied nur in der innigeren oder geringeren Beziehung zum vindelicischen Continent liegen.

Unsere bis hierher geführte Hypothese stellt also, kurz gesagt, auf, dass die Erzbildung in einer schon dem vindelicischen Continent angehörigen, aber immerhin im litoralen Bereich liegenden Region stattfand, aus welcher Strömungen in das offene Meer gelangten.*) Diese Annahme kann nun noch von einer zweiten Seite gestützt werden, wobei auch die Fragen des ersten Anfanges und der Ursachen derselben eine nicht unwahrscheinliche Erklärung erhalten.

*) Diese Communikation ist auch so zu denken, dass bei Senkungen der litoralen Region grosse Striche derselben wieder tief unter den Meeresspiegel rückten und die mehr pelagischen Strömungen über sie hinweggingen.

Wir haben festgestellt, dass, wenn auch die Area der Erzbildung für die Flötze ungefähr dieselbe sein musste, sie doch stets den Boden zu wechseln und im Ganzen genommen auf dem Boden vorhergehend abgelagerter Schichten stattzufinden scheint. Für mehrere, besonders zwei Hauptpunkte dieser Periode ist aber charakteristisch, dass diese vorhergehenden Schichten stark zerstört, Fossilien und Gesteinsreste derselben abgerollt und zerbrochen wurden. Bemerkenswerth ist hierbei die teilweise und vollständige Zerstörung der Schalen von Conchylien und Krebsen (soweit sie entblösst lagen) und eine so weitgehende innere Zersetzung und Lockerung der Struktur der Nummuliten, dass eine nachher erfolgende Eiseninfiltration häufig fast die ganze Schale bis auf die von der inneren und äusseren Oberfläche gleich entfernt liegenden, der Granulirung etc. entsprechenden Kalkfaserstäbchen pseudomorphosenartig nachbildete; es liegt hier bedeutend mehr als ein Steinkern vor, ein Beweis, dass die Faserstruktur vor aller Infiltration etc. sehr gelockert war. Eine einfache, zuerst eintretende äussere Eisenincrustation würde (wie bei den Sandsteinbrocken und Steinkernen eine Lockerung des Gefüges nicht stattgefunden hat) das Fossil vor jeder inneren Zersetzung und Auflösung bewahrt haben; andererseits kann das Wasser, welches die Eisensubstanzen gelöst enthält, nicht selbst die Lockerung der Struktur verursacht haben; es müsste eine allmälige Vererzung von aussen nach innen stattgefunden haben, davon ist nichts zu bemerken; das Innere ist gleichmässig vererzt und die Incrustationshülle ist scharf gegen die vererzte Schale abgesetzt, bildete sich also, nachdem diese kein Erz mehr aufnahm; diese Aufnahme fand nach dem Maasse einer zeitlich vorher, getrennt vom Vererzungsprocess eingetretenen Strukturlockerung statt.

Deswegen behaupte ich nun, dass diese Zersetzung in ganzer Ausdehnung der Periode der Infiltration und Incrustation auch räumlich gänzlich getrennt vorausgegangen sein muss. Man kann dabei nur annehmen, dass die gänzliche Auflösung der Schalen der erwähnten incrustirten Conchyliensteinkerne (vergl. auch den S. 63 erwähnten Krebsknollen) und die hochgradige Zersetzung der *Nummuliten* vor der Incrustation unter atmosphärischen Einflüssen stattgefunden habe.*)

Es hat also den Anschein, als ob eben gebildete Lagen aus dem Meer flach emporgehoben, trocken gelegt, zerstört, ihre Theile und Einschlüsse atmosphärisch (?) zersetzt, fluviatil transportirt und auf einer der Emporhebung entgegengesetzten Seite in das Incrustationsbecken gelangt seien; letzteres müsste zwar nicht ganz im Innern des Uferlandes selbst, so doch zunächst der Küste gelegen haben oder auch in einer buchtigen, durch kleine riffartige Vorinseln von dem offenen Meer mit seinen Strömungen und seiner Fauna wohl abgesonderten Küstenregion. Das Becken hätte nach meiner Ansicht einen eignen

*) Wichtig hierfür ist, dass die röhrenartige Auslaugung der Granulationen und der in ihnen endigenden Kalkfaserbündel bei *N. perforatus* nie bei frisch aus den Schichten genommenen Perforaten beobachtet werden kann, wohl aber bei solchen, die lange atmosphärischen Einwirkungen ausgesetzt waren. d'Archiac gab der Species hiernach den Namen „*perforatus*“; die Erscheinung ist aber so selten, dass sie de la Harpe gar nicht gekannt zu haben scheint. Ein ganz genau vergleichbares Aussehen haben die Nummuliten, welche in dem obereocänen Granitmarmor auf sekundärer Lagerstätte sich befinden und den vorher trocken gelegten Adelholzener Schichten entstammen; vgl. Nachtrag, Cap. XXIV.

Ausfluss in's Meer gehabt, der sowohl die oolithischen als die incrustirten Producte wieder dahin abführte; bei Senkungen konnte es auch theilweise von den mehr pelagischen Strömungen selbst berührt worden sein.

Diese Störungsarea war zur Zeit der ersten Epoche der Erzbildung gehoben und schwach zerstört, wonach eine Zeit ruhiger Erzentwickelung und schwacher Ausleerung des Beckens folgte; auf diese folgte eine Zeit mit einer sehr starken Sedimentation des Erzes. Hier sehen wir die Meeresströmungen mit grobkörnigem Sand den continentalen Ausströmungen des oolithbildenden Beckens genähert oder es war, wie man sich in Correlation ausdrücken könnte, der litorale Boden gesenkt.

Eine plötzliche starke Hebung, welche auch den eben gebildeten Röthflötzboden an dieser Stelle trocken legte, zeigt die obere Knollenschicht an, welche zugleich die Mittelschichten einleitete. Darauf folgte eine Zeit ganz schwacher abwechselnder Hebungen und Senkungen bei einer offenbar weithin gestreckten Verflachung des der Küste naheliegenden Meeresbodens; schwache Schwankungen des Niveaus traten ein, welche nur stellenweise den Boden wieder den stärkeren marinen Strömungen aussetzte. Der flache Boden wird stellenweise schon in Folge geringer Schwankungen in der Nähe des Erzbeckens freigelegt, so dass erodirte Theile dieser Schichtengruppe, noch innerhalb der Periode der „Mittelschichten" selbst und der Fortdauer derselben Ablagerungsbedingungen, sofort in incrustirter Form ins offene Meer weithin transportirt werden konnten. Gegen Ende dieser Periode wurde noch ein local entwickelter *Num. laevigatus*-Horizont dieser Mittelschichten in das Incrustationsbecken geführt, worauf dann zur Zeit der Schwarzflötzbildung das Erzbecken hauptsächlich durch Strömungen vom Lande und aus sich selbst heraus ausgeleert wurde. Wahrscheinlich entspricht dies einer noch stärkeren Hebung, stärkerem Quellflusse und der Hervorbringung eines stärkeren Gefälles vom Lande her, worauf auch endlich die Erzbildungsarea ihrer Productivität fast beraubt wurde.

Den Abschluss dieser Periode bildet nun wiederum eine Senkung und eine Versenkung des ganzen Bereichs unter den Curs starker, mehr pelagischer Strömungen mit nach oben mehr und mehr sich abschwächender Erzzufuhr und mit spärlicheren, sowie weniger charakteristischen Incrustationseinschlüssen. Es treten sehr grobkörnige Sandsteine auf mit vereinzelten grossen Erzbohnen, nur stellenweise feinkörnige kleine Erzanhäufungen mit stark vorwaltendem, röthlichen, mergeligen Bindemittel im Hangenden des Maxflötzes, welche Erzführung bald abbricht und zuerst glaukonitischen Kalken, sodann glaukonitischen, schwach sandigen Mergeln Platz macht, wobei eine Annäherung an den Adelholzener Typus nicht zu verkennen ist.

Wenn letzteres wieder ein Seichterwerden des Meeres anzeigt, so wird dies dadurch noch gestützt, dass in diesen Lagen nach der Sandnockzone zu sowohl der Glaukonit in bedeutendem Maasse nachlässt, als auch zugleich in Folge der Verflachung in dieser weiter vom bisherigen Ufer abliegenden Meeresregion erst wieder die stärkeren, tiefer gehenden Strömungen des offenen Meeres vorwalten. Diese Verflachung ist der Vorbote einer neuen plötzlichen Hebung, welche aber, bedeutender als alle vorhergehenden Schwankungen, wohl die ganze Bartonzeit (oberstes Mitteleocän nach Munier-Chalmas und de Lapparent) gedauert hat, so dass erst zur Zeit des Ober-Eocän wieder eine Ueberfluthung mit dem Beginn der Ablagerung der Stockletten mit Granitmarmor (entsprechend dem Priabonien) stattfand.

Die letzte Senkung nach Abschluss des Schwarzflötzes entspricht dem Auftreten des *Num. distans;* dieser Nummulit vertritt bei uns, wie das Zusammen vorkommen und der Uebergang in die Eisenärzter Facies unzweideutig beweisst, den *Num. complanatus* und kommt nirgends tiefer vor. Im Kressenberger Gebiet erscheint er unmittelbar über dem schwarzen Flötz und da überall, wenn auch spärlich, bis in die Sandnockfacies. Wenn wir nun an dieser Stelle eine scharfe Senkung im Erzgebiet constatiren müssen, so stimmt dies mit der Thatsache, dass in der Nordzone die „Adelholzener Schichten" mit *Num. complanatus,* welche der Fauna und der Mächtigkeit nach im Kressenberger Gebiet ganz und gar nur dem Complex über dem Schwarzflötz entsprechen können, ohne irgend eine andere Zwischenlage über die Götzreuther Sandmergelschichten transgrediren. Die in unserem Adelholzener Profil bezeichnete Schicht 3, welche vielleicht einer tieferen Lage, der ganz schwachen Vertretung sandiger Unterlage, den Mittelschichten entsprechen könnte, ist nur an zwei Stellen zu beobachten, dabei sehr gering entwickelt und kaum als eigene Schicht erkennbar; an den meisten anderen Aufschlüssen, z. B. dem sehr schönen des Gerhardsreuter Grabens selbst, fehlt jede Zwischenlage und ist auch kein Zweifel, dass hier eine tektonisch ungestörte Lagerungsfolge vorliegt. Die Schicht 3 war also, wenn sie in ihrem minutiösen Auftreten überhaupt als „Schicht" aufgefasst werden darf, vielleicht nur auf tiefere Einbuchtungen der unregelmässigen Götzreuther Oberfläche beschränkt; auf der überwiegenden, unvergleichlich grösseren Fläche der in Rede stehenden Region ward überhaupt nichts abgelagert. In Folge der erwähnten Senkung transgredirt nun der *Complanatus*-Horizont über die Götzreuther Mergel, die zum ersten Male (oder theilweise von neuem) von mitteleocänen Schichten bedeckt werden (vgl. oben Cap. VIII, Seite 22).

Das durchgeführte Princip, die obigen Faciesänderungen der Kressenberger Schichten mit Bezug auf Strömungsänderungen nur durch Hebungen und Senkungen und damit verbundene nordsüdliche Horizontalverschiebungen der Ufergrenze im Norden zu erklären (so dass vertical übereinander liegende Schichtregionen nur verschiedenen Geschwindigkeitsgrössen und Transportstärken einer und derselben, nur in wechselnden Entfernungen von der sich verschiebenden vindelicischen Küstenlinie hinziehenden Strömung ausgesetzt erscheinen) trifft in seinen Endresultaten auf eine gleiche Erscheinung in unmittelbarer Nähe der vindelicischen Küste selbst, nämlich der Versenkung des Kreideufers unter das Meer in der Bildung der Adelholzener Schichten, welche eine Facies der über dem Schwarzerz folgenden Lagen mit *Num. distans* darstellt und in der Eisenärzter Zone blos der oberen kalkigen Abtheilung entspricht.

Ich möchte nun glauben, dass die erwähnten tektonischen Erscheinungen in dem litoral-continental gelegenen Bereich der Erzbildung selbst, welcher jedenfalls weit nordöstlich von unserem Gebiete gelegen hat, ganz besonders stark gewirkt haben und dass dieser Bereich geradezu für ein Centrum der Störungen anzusehen ist.

Man ist versucht, mit solchen Centren tektonischer Bewegungen auch andere anormale Erscheinungen zusammenzubringen, Eruptionen mannigfacher Art, worunter auch die heissen Quellen eine wichtige Rolle spielen. Solche dürften auch in dem Gebiete unserer Erzbildung in erster Linie die Ursache der Erzeugung des Eisenooliths gewesen sein, da die oolithische Structur eine mehr

oder weniger schwache, aus dem Boden der Oolitharea aufsprudelnde Wasserbewegung voraussetzt.

Ich denke hier besonders an modificirte Bildungen der Karlsbader Oolithe (vgl. Roth, Chemische Geol., I., S. 579,a), wo das Verhältniss von Eisenoxydulcarbonat und Eisenoxyd zu Kalkcarbonat (12,13 + 19,35) : 53,20 ist; im Kressenberger Oolith ist es (5 + 49) : 11 (vergl. v. Gümbel, l. c., § 208), vom Grüntenerz ist es 39 : 19; es ist kein Grund vorhanden, für den Eisenoolith wesentlich verschiedene Bildungsweise anzunehmen, (vgl. Nachtrag, Cap. XXIV).

In zweiter Linie hängt wohl auch damit die rein marine Glaukonitbildung zusammen; man kann vermuthen, dass hier keine eigentlichen Quellen mehr im Spiel waren, sondern nur der Austritt von schwachen, mit dem Quellgebiet zusammenhängenden, veränderten Sickerwassern, welche sich mit dem marinen Grundwasser von Uferstellen her vermischten.

Das Grüntengebiet zeigt eine im Allgemeinen ähnliche Erscheinung, doch ist die Erzbildung eine von der des Kressenbergs wohl zu unterscheidende, so dass auch hier ein eigenes hervorragendes Centrum der Erzbildung angenommen werden muss; auch hier haben wir, wenn auch nicht identische, aber ähnliche Faciesausbildungen und kann daher die Erzbildung überhaupt als eine in der mittleren Eocänzeit längs der vindelicischen Küste auftretende Erscheinung betrachtet werden; sie gehört ebenso wie die von ihren Sedimenten eingeschlossene Fauna zur vindelicischen Facies. Die subalpine Facies, die wir, wie ich unten beweisen werde, in unserem Gebiete südlich von der Flyschzone zu erwarten hätten, scheint leider in der gewaltigen Verwerfungszone zwischen dem Flysch und dem südlich davorgelegenen Alpengebirge ganz verschwunden.

Wir haben im Vorhergehenden die Vermuthung J. Walthers (vgl. Einl. in die Geol. S. 709), dass die Bildung der marinen Eisenoolithe ein Process der Diagenese, dass also ein ursprüngliches Kalkoolithlager diagenetisch vererzt sei, nicht erwähnt. Für unseren Fall ist die Erörterung einer solchen Umwandlung von vorne herein dadurch abgeschnitten, dass zweifellos die Vererzung und Incrustation der Fossilien eine gleichzeitige und gleichörtliche Bildung ist mit der Bildung des Eisenooliths, und dass die vererzten Fossilien eine ganz eigene Fauna repräsentiren, welche vor der Ablagerung in den Flötzen (nach deren Bildung erst die Diagenese hätte eintreten können) schon vererzt war, dass die zweite kalkige Fauna, für sich eine Einheit bildend, keine Spur solcher diagenetischer Vererzung zeigt, sondern der incrustirten Fauna bei Bildung der Schicht primaer beigesellt wurde Weiter ist kein Zweifel, dass der Eisenoolith der Flötze eine mit der Flötzanlage selbst hauptsächlich gleichzeitige Bildung ist, dass die local entwickelten Oolithe, ebenso wie die Fossilienlager eine mit der Lebenszeit der Fossilien tautochrone Zusammenschwemmung repräsentiren, von ihrer Bildungsstätte unmittelbar und continuirlich nach den jetzigen Flötzen als ihrer ersten Lagerstätte verflötzt wurden. Ganz undenkbar wäre, dass ein Flötz wie das Schwarzflötz erst an einer anderen Stelle diagenetisch verändert und zerstört, als ein so regelmässiges Oolithaggregat von neuem zur Ablagerung kam. Wie derartige Bildungen aussehen, das beweisen die Gesteins-Knollenlager derselben Schichtenreihe und die in den Flötzen eingeschlossenen Faunen mit Steinkernen. Darnach haben wir ja in den verschiedenen Erzlagen Reste von etwas älteren Schichten, aber in diesen gerade keine Anzeichen einer stärkeren Erzbildung, welche mit den Fossilien in die darauffolgenden Erzlagen auf eine

zweite Lagerstätte nach umfangreicher Diagenese übergegangen wären. Die auf weite Strecken hin von Mattsee bis zum Grünten zu beobachtenden „Mittelschichten" zeichnen sich nur im Kressenberger Gebiet durch stärkeren Erzreichtum aus und hier ist der Erzreichtum ganz local und sehr gering gegen das im Hangenden folgende Schwarzflötz; von einer Entnahme dieses Erzes aus vorher diagenetisch veränderten Mittelschichten kann nicht die Rede sein. Aus dem Rothflötz ist überhaupt kein Oolithgrus sondern nur incrustirtes Brockenmaterial verschwemmt. Aehnlich wie man nun von dem Lithothamniumlager im Liegenden den kleiner werdenden Zerstörungsgrus nach Südwesten verfolgen kann, ähnlich sollte sich die Knollenlage nach Süden und Südwesten vermindern und der kleinkörnige Oolithgrus sich vermehren. Dies ist aber nicht der Fall; die Knollenlage vermindert sich sehr bemerkbar und verschwindet in der erwähnten Richtung ohne dass irgendwo ein feiner sich abstufendes Material der südwestlich vorschreitenden Strömungen dafür eintritt. Dies ist auch ein wichtiger Beweis dafür, dass die Zerstörung der vorhergehenden Lagen nicht eine allmählige Brandungszerstörung ist sondern eine Zerbröckelung durch eine tektonische Bewegung der noch nicht ganz gehärteten klastischen Gesteine; hierfür sprechen die, wie S. 64 schon erwähnt, eckig ausgebrochenen Formen der incrustirten eigentlichen Gesteinsfragmente (vgl. auch Cap. XVII.)

Die Erze könnten also nur an ihrer jetzigen Lagerstätte diagenetisch gebildet sein und dies ist nach den obigen Auseinandersetzungen ganz ausgeschlossen.

Ausserdem steht einer primären Eisenoolithbildung nichts entgegen, wenn man nur bedenkt, dass alle Anzeichen vorliegen, dass sie keine rein marine Bildung ist; der reiche Sauerstoffgehalt des Meerwassers*) würde Eisenoxydulcarbonat, woauf es bei der Oolithbildung wohl hauptsächlich ankäme, viel zu rasch zersetzen; und es läuft auch das auf unsere obigen Annahmen hinaus (vgl. Nachtrag zu Cap. XV. am Schluss der Abhandlung).

Cap. XVI.

Die Farbe der Erzflötze im Zusammenhang mit ihrer Sedimentation.

Die Farbe der Flötze stammt, wie dies von Gümbel (Geogn. Beschr. d. bayer. Alpengeb. S. 617) und Schafhäutl (Leth. Südbayerns S. 23) ausführlich auseinandergesetzt haben, von der Farbe des kalkigen, schwach thonigen Bindemittels der Erzkörner; die der rothen Flötze von beigemengten Eisenoxyd und die der schwarzen oder schwarzgrünen Flötze von Eisenoxydul, welche Färbungen sich auch den nicht incrustirten Fossilien mitgetheilt haben. Die Erzkörner verhalten sich selbst in beiden Fällen ganz gleich, bestehen vorherrschend aus Eisenoxyd und etwas Eisenoxydul (jedenfalls ganz zurücktretendem Eisenoxydhydrat); jedoch ist für die meist viel grösseren Rotherzkörner zu bemerken, dass sie eine feine Haut reinen Eisenoxyds auf ihrer

*) Ich meine hier das Wasser des offenen Meeres, nicht jenes des durch Süsswassereinströmungen beeinflussten Litoralgebiets; hierbei darf im Allgemeinen an den Gegensatz zwischen dem rothen Tiefseeschlamm und dem blauen, in seinem Eisengehalt noch nicht oxydirten Continentalschlamm erinnert werden. Rothe Continentalschlammbildungen sind localer Natur und schliessen sich an Abflussgebiete an, deren Materialien wohl schon vorher durch atmosphärischen Einfluss oxydirt waren; vgl. auch Cap. XVI.: Die Farbe der Erzflötze etc.

Oberfläche haben, welche dieser einen goldrothen Schimmer verleiht, den die kleinen Körnchen der Schwarzerzflötze nicht haben.

Wenn so die Gleichheit der Bestandtheile und das Aussehen des Kernes der Erzkörner auf die Gleichheit und Einheit des Ortes ihrer Entstehung hinweisen, so ist doch eine gewisse Ungleichheit des Verhaltens in beiden Flötzen merkwürdig und der Erklärung bedürftig.

Für die Annahme einer nachträglichen Zersetzung eines der beiden Flötze als Gesteins- oder Gebirgsglied fehlt jede Möglichkeit; ihre Wasserdurchlässigkeit ist nahezu gleich und jedenfalls nicht so ungleich, um eine so auffällige Verschiedenheit zu begründen. Dieselben Erzverschiedenheiten in beiden Flötzen treten auch in einander parallelen, tektonisch ganz von einander getrennten Längszügen auf, was vor allem beweist, dass dieselben schon vor der Aufrichtung des Gebirges endgültig vorhanden waren Die stark thonigen Mittelschichten hätten aber dann das tiefere Rothflötz vor der Oxydation bewahren müssen und dieselben wären Ursache gewesen, dass sich im Schwarzflötz Wässer zur Zersetzung desselben angesammelt hätten. Gerade das Umgekehrte von diesen Forderungen ist der Fall. Es können daher nur Processe während der Ablagerung und unmittelbar nach der Ablagerung in Betracht kommen.

Die unterste Erzführung in den liegenden Schichten des Rothflötzes hat, wie erwähnt, einen besonderen Verbreitungsstrich und zieht vom Jobsten Bruch nach dem Liegenden des Max-Sigmundflötzes. Die unteren glimmerführenden, feinsandig-thonig gebundenen Lagen (Krebsscheerenlagen des Jobsten Bruch) enthalten Eisenoxydul im Bindemittel; die oberen grobkörnigen Lagen (mit *Exogyra eversa*) sind braun und werden nach dem südöstlich vom Jobsten Bruch gelegenen Aufschluss jenseits des Grenzgrabens zu röthlich. Dieser ganze Complex wird weiter noch in den nordwestlich und südöstlich hinziehenden Parallelstrichen, in welchen gröberes Material in offenbar stärkerer Strömung abgelagert wurde, durch röthlichen und ganz gelblichen Kalksandstein ersetzt.

Die Haupterzeinströmung in diesem Horizont, welche zugleich mit feinkörnigerem Material in einem seichteren Strich abgelagert wurde, zeigt also in ihrem nordwestlichsten Punkt zugleich mit der Haupterzmasse die niedrigere Oxydationsstufe im Bindemittel; die höhere erfolgt in vier Richtungen: zu beiden Seiten, in der südöstlichen Fortsetzung des Streifens nach dem Kressengraben zu und senkrecht darüber im Rothflötz selbst. An allen diesen Punkten geht die Lage in Sedimente stärkerer pelagischer Strömungen und grösserer Tiefe über. In der *Exogyra eversa*-Lage ist auch schon den Fossilien nach der mehr pelagische Charakter ausgedrückt und zeigt sich hier der Vorbote einer entschiedener pelagischen Ablagerung des Rothflötzes. In den zu betrachtenden Beziehungen des Fortschreitens dieses chemischen Processes kann man vertical übereinanderliegende Lagen, von denen die oberen einen zeitlichen Abschluss der unteren bilden, mit eben demselben Rechte mit einander vergleichen, wie räumlich sehr weit entfernte Punkte derselben Schicht.

Das Rothflötz selbst zeigt in seiner Erstreckung nach Süden und Südosten (z. B. dem Maurerflötz) sowohl eine rapide Abnahme des kalkigen, eisenoxydhaltigen Bindemittels als auch der Erzanschwemmung selbst, welche an der südlichen Zone des Sandnocks ganz und gar fehlt; ein nur stellenweise und ganz schwach Erzkörner führender Sandstein vertritt dasselbe.

Da das Rotherz in seiner Fauna mehr pelagisch ist und in seinem Korn auf starke Strömungen schliessen lässt, so haben wir mit der höheren Oxydationsstufe des eisenhaltigen Bindemittels ähnliche Sedimentationserscheinungen vereinigt, wie in dem vorhergehenden Fall.

Was nun die Mittelschichten betrifft, so haben wir auch in ihnen einen Erzstrich, den der „Mittelflötze", welcher entgegengesetzt dem Erzstrich der darunterliegenden Schichten rein N. N.-O.—S. S.-W. gerichtet ist; diese Richtung ist die Axe der Verbreitungsrichtungen der meisten Ablagerungsdifferenzirungen der Mittelschichten und endlich des eigentlichen schwarzen Flötzes überhaupt.

Das Ferdinandmittelflötz ist im Kressengraben schwarz mit Eisenoxydulreichem Bindemittel; die gleiche Lage als Josephi-Nebentrum (-Mittelflötz) schwarz, desgleichen im Maurerschurf. Seitlich von diesem breiten Strich ist das Ferdinand-Mittelflötz auf der Weitwieser Seite röthlich und im ganzen Sandnockbezirk sind die Assilinenschichten, welche eben ihren Fossilien nach das Mittelflötz vollständig vertreten, so roth, dass ich sie zuerst ohne Rücksicht auf die Nummuliten für einen Sandstein-Vertreter des Rothflötzes hielt.

Was das Schwarzflötz betrifft, so haben wir hier wie für die Schwarzflötze der Mittelschichten daran zu erinnern, dass sie wie die untersten zuerst besprochenen Schwarzerzansammlungen einer Periode der Ablagerung in seichteren Gewässern mit meist geringerer Strömung und dem Abschluss derselben entsprechen. Wie die *Exogyra eversa*-Lager des Jobsten Bruchs den Einbruch stärkerer Strömungen mit mehr pelagischer Fauna vorbereiten, so gilt dies für das Schwarzflötz mit Beziehung auf den Complex der hangenden Schichten.

Leider fehlt für das Schwarzerz in dem breiten Störungsgebiet zwischen der Kressenberg- und Sandnockzone zu die röthliche Verfärbung des Bindemittels, wie für die rothen Flötze die eisenoxydulreichere Vorfärbung nördlich und nordöstlich vom Kressenberg durch die Ausmerzung des Eocäns in dem Pattenau-Neukirchener Gebiet. In der Sandnockzone hat in der das Schwarzerz vertretenden Lage das Bindemittel ganz und das Erz selbst sehr abgenommen.

Wie schon oben bemerkt, können wir auch in Bezug hierauf die hangenden Schichten, wenn sie stärkere Strömung und entschiedeneren pelagischen Charakter besitzen, ebensowohl zum Vergleich herbeiziehen, wie nordsüdlich weit auseinanderliegende Regionen derselben Schicht. Dies gilt für das Hangende der Schwarzflötze, in welchen die Erzführung derselben in einer Ablagerung obigen mehr pelagischen Charakters ausklingt, und wirklich sind hier im Kressenberger Gebiet in einem mittleren Strich die tieferen Lagen mit reicherem kalkigem Bindemittel wechselnd röthlich gefärbt. Im Hangenden des Maxflötzes ist durch den Bergbau sogar eine Orbitoideslage an verschiedenen Stellen aufgeschlossen worden, welche fast als ein erzarmes und kalkreicheres „Maxflötz" mit nur röthlicher Färbung gelten kann und wahrscheinlich hier den Abschluss des Schwarzflötzes in einer höheren Oxydationsstufe des eisenhaltigen Bindemittels bildet, welche für die darauffolgenden Schichten charakteristisch wird.

Zu allen den angeführten Fällen können wir also dieselbe Anmerkung machen. Wenn sich das Erz selbst für alle Lagen, in denen es auftritt, gleich verhält, so ist doch der Eisengehalt des Bindemittels ein verschiedenartiger; die höhere Oxydationsstufe, das Eisenoxyd, ist gebunden an Lagen mit stärkerem Sandgehalt, gröberem Sandkorn, durchschnittlich spärlicherem Erz, gröberem Erzkorn, mehr pelagischer Fauna, kurz an Lagen stärkerer Strömung im offenen

Meere und ist in der südlicheren Erstreckungszone überwiegend. Die niedere Oxydationsstufe zeigt sich dagegen im Zusammenhang mit feinkörnig sandig-thonigen glimmerigen Lagen mit Anzeichen schwächerer Strömungen in seichterem Meere, mit feinerem Erzkorn, mit durchschnittlich erhöhter Erzmenge, welche sich in dem Hauptstriche nach Nord-Nordosten zu steigert, und ist endlich mit vielen dem Continent entstammenden Beimengungen vergesellschaftet.

Da nun die niedere Oxydationsstufe der Eisenverbindung des Bindemittels wohl die Nähe der Erzentstehung verräth, woselbst sie überschüssig ist und frei in das Bindemittel geräth, so scheint mir dies vor allem auch zu beweisen, dass die Erzarea eine litoral-continentale (mit der oben erwähnten Dehnweite dieses Begriffs) gewesen sein muss und der Continent nördlich und nordöstlich von den jetzigen Ablagerungen gelegen hat; derselbe ist identisch mit v. Gümbels vindelicischem Continent.

Die Erzsedimentation der schwarzen Flötze fand in wenig tiefen Gewässern mit sanfterer Strömung statt, welche mit nahezu gleichbleibendem Gehalt und nur geringer und schwacher Vermengung mit den mehr pelagischen Strömungen auch die Verhältnisse der Erzarea lange und weithin bewahrte und so auch das Eisenoxydul in dem feineren Schlamme vor einer höheren Oxydation bewahrte.

Das Gegentheil ist indessen bei dem Uebergang in die Sedimentation der stärkeren südlichen und pelagischen Strömungen der Fall; hier tritt die Umkehr der Verhältnisse und, wie leicht verständlich, die höhere Oxydation der Eisenverbindungen des Bindemittels ein.

Auch durch diese Ausführungen wird nahegelegt, dass die Bildung des Eisenooliths „kein diagenetischer" Umwandlungsprocess eines kalkigen Sediments (vgl. das vorhergehende Capitel), sondern nur eine primäre Oolithbildung sein kann, bei welcher schon von Anfang an die Betheiligung von Carbonaten eine sehr geringe war.

Auch den weiteren Fall haben wir oben in Erwägung gezogen, dass die Erzlager schon vor ihrer jetzigen Lagerstätte an einer anderen Stelle diagenetisch vererzt wurden und sich — wie die Knollenlagen — an zweiter Lagerstätte befinden. Wir haben den oben schon angeführten Widersprüchen nun noch die Forderung hinzuzufügen, dass dann die oberen Lagen unbedingt die höhere Oxydationsstufe des Bindemittels zeigen müssten; aber gerade das Umgekehrte ist der Fall. Vgl. Nachtrag zu Cap. XV. am Schluss der Abhandlung, Cap. XXIV.

Cap. XVII. Die obereocänen Stockletten mit Granitmarmor.

Auf die hangenden glaukonitischen Schichten der Adelholzener-, Eisenärzter-, Kressenberger- und Sandnockfacies des Mitteleocäns folgen stets graue Thonmergel, welche meist sehr geringe Schichtung zeigen und unregelmässig kleinbrockig zerfallen. Der Mergel an und für sich enthält an Fossilien fast nur *Globigerinen*, dagegen zeigen sie in einiger Entfernung von der unteren Grenze Einlagerungen von Lithothamnienflötzen, welche eine reiche Foraminiferenfauna bergen (vgl. v. Gümbel, Abhandl. der bayer. Akad. d. W. II Cl. Bd. X. II 1868, XI. I 1871). Was nun die stratigraphische Stellung betrifft, so hat sie von Gümbel nicht von den mitteleocänen Schichten getrennt; Joh. Böhm, der hauptsächlich die Adelholzener Fauna im Auge hatte und diese von

der Kressenberger Facies im Niveau verschieden glaubte, wollte in ihnen eine Parallele mit den ungarischen Verhältnissen ziehen, wo der *Complanatus-Tchihatcheffi*-Horizont nach der Uebereinstimmung aller Forscher die Priabona-Stufe (das frühere alpine Barton) bezeichnet. Ihm war das Vorkommen des *Num. perforatus* in den Adelholzener Schichten entgangen, und es steht ausser Zweifel, dass sie die obere Hälfte der Kressenberger Facies des Mitteleocäns repräsentiren. Ueber dem Adelholzener Kalk folgte dann nach seiner Meinung der Granitmarmor mit *Num. Boucheri* in richtiger Folge.

Wenn wir der letzteren Bestimmung beipflichten müssen, so ist doch auffallend, dass im echten Granitmarmor zwei Assilinenpaare (*Ass. spira* und *exponens*) und auch in eigenartigem Erhaltungszustand sehr selten grosse Nummuliten, *Num. complanatus*, *distans* und *perforatus*, vorkommen, welche Funde jedenfalls dazu beigetragen haben, dass man früher den Granitmarmor zeitlich von dem Mitteleocän für nicht wesentlich verschieden hielt. Was nun die Art des Auftretens dieses Nummuliten betrifft, so ist zuvörderst ihre Zahl zu betrachten.

Unter der ungeheueren Masse mit Eifer durchsuchten Materials vieler Fundpunkte an Ort und Stelle liegen nur drei Fragmente von *N. complanatus* vor, alle drei mit Aufmerksamkeit aus der Schicht als Fragmente hervorgezogen und zeigen auch auf den Querbrüchen die Eindrücke der anliegenden körnigen Materialien; nur eines dieser Fragmente hat einen leidlich guten Erhaltungszustand, die anderen sind schon zersetzt aus der Schicht selbst entnommen und stehen hierin in einem auffälligen Gegensatz zu den übrigen Fossilien. Das Fragment von *N. distans* zeigt auf seiner Oberfläche eingedrückte Erzkörnchen; die Exemplare von *N. perforatus* sind in ähnlichem Zustand wie die von *N. complanatus*, aber durchweg etwas besser erhalten, und an Zahl sind es sieben.

Nach diesen Umständen bin ich überzeugt, dass die Fossilien hier auf sekundärer Lagerstätte ruhen, und da sie Bestandtheile sowohl der Adelholzener als Kressenberger Facies darstellen, muss ich annehmen, dass diese einmal auf lange Zeit trocken gelegen haben.*)

Dass die Verhältnisse ähnlich gewesen sein müssen wie bei den mit Erz incrustirten Faunen in den Kressenberger Schichten ist daher klar; doch sind zwei Punkte zu bedenken: die Incrustation bezieht sich auf ein beschränktes Gebiet ausserhalb unseres Kartenbezirks, die Auslösung von Fossilien für den Granitmarmor auf Theile unseres Kartenbezirks selbst. Zweitens mussten die Schichten schon sehr gefestet sein, ja nach den in dem *Num. distans* eingedrückten Erzkörnchen mussten sie schon tektonische Bewegungen durchgemacht haben.**)

Ich glaube also, dass diese Periode der Trockenlegung eine viel bedeutendere und allgemeinere war, als diejenigen, welche mit den kleinen Perioden in der Erzbildung zusammenhängen.

---

*) Man vergleiche hiermit auch die Bemerkungen in de la Harpe's Etudes I. S. 83 unter *Nummulites erratiques* über das Vorkommen von zahlreichen *Num. complanatus*, *Tchihatcheffi*, *perforatus*, *striatus* im Unteroligocän des Graner Comitats und dem Kleinzeller Tegel.

**) Vielleicht ist hierauf zurückzuführen, dass an vielen Stellen der drei nördlichen Facies die obersten hier meist weichen Glaukonitmergel fehlen und dass die Oberfläche der obersten harten Bänke, wie dies von Gümbel bei Mattsee erwähnt (vergl. Verhdl. der k. k. g. Reichsanst. 1886 S. 368), „meist etwas uneben, wie ausgewaschen" erscheinen.

Mit den erwähnten grossen Nummuliten kommen nun auch *Assilina exponens* und *spira* vor; sie sind durchwegs etwas besser erhalten und möchte ich fast glauben, dass sie dem Granitmarmor ursprünglich angehören; sie rücken ja auch nach dem Nummuliten-Schema bis in den Horizont des *Num. Fichteli* hinauf.

Ein Nummulit, der aber ganz zweifellos dem Granitmarmor charakteristisch ist, ist der *Num. semicostatus* Kaufmann, welche Species vom Pilatus Uhlig in einem Lithothamnienflötz des Alttertiärs der westgalizischen Karpathen festgestellt hat. Auf die Aehnlichkeit der Fauna desselben mit unserem Granitmarmor hat ausser Uhlig schon Joh. Böhm (Pal. XXXVIII S. 16) aufmerksam gemacht und erwähnt hierbei *Num. Boucheri* de la Harpe, welcher in der That auch im Granitmarmor vorkommt.

Nachdem wir nun die höchst vereinzelten Fragmente der grossen Nummuliten als zweifellos auf sekundärer Lagerstätte liegend dargethan haben, fallen auch die Gründe, welche V. Uhlig bestimmen mussten, die ausserordentliche Aehnlichkeit der Foraminiferenfauna — 16 der charakteristischsten und häufigsten Arten, welchen Joh. Böhm noch 3 hinzufügte, sind beide Faunen gemeinsam — als eine blosse Facies anzusehen. Wenn weiterhin auch der häufigste Nummulit des Granitmarmors in unserem Gebiete, *N. semicostatus* mit *N. Boucheri*, auch das Lithothamniumlager in den Karpathen charakterisirt, kann auch von einer stratigraphischen Identität gesprochen werden.

Was die übrigen faunistischen Einschlüsse unseres Granitmarmors betrifft so kommt unter zweifellos sicheren Bestimmungen nur *Pecten Thorenti* d'Arch. in Betracht, der stratigraphisch leider nichts besagt.

Interessanter ist die kleine Brachiopodenfauna, welche die lebhaftesten Anklänge an die galizische Fauna Uhlig's besitzt; Joh. Böhm erwähnt schon *Thecidium mediterraneum* Risso; auch *Argiope nummulitica* Uhlig ist vorhanden; *Argiope decollata* Chemn. ist vertreten in einer Varietät, welche die Form der von Davidson abgebildeten, eigentlichen (pliocänen) *A. decollata* und die Berippung der von Davidson und Uhlig hierzu gestellten eocänen Exemplare hat; es ist die *var. flabelliformis* Gümb.; auch eine, der mittelmioc. *Argiope laevis* Seq. sehr nahestehende Form, *var. nummulitica* v. Gümb., ist vertreten, desgleichen eine der plioc. *Argiope variolata* Sold. fast identische Art. Endlich habe ich noch unter anderen neuen Arten eine Mittelform zwischen *Cistella costulata* (Seq.) und *neapolitana* (Scacchi) zu erwähnen, welche als *costulata var. oblonga* zu bezeichnen wäre. — Alles dies kann zu ähnlichen Ueberlegungen bezüglich des obereocänen Alters unserer Ablagerung verwerthet werden, wie sie auch V. Uhlig (Jahrb. der k. k. geol. R.-A. 1886 S. 154) bezüglich der karpathischen gleichalterigen Schichten anstellt.

Ein enger begrenztes Resultat liefert auch noch der Vergleich mit den Schweizer Verhältnissen. Die „oolithischen" Kalkflötze im Flysch des Pilatus-Gebietes, welche Kaufmann (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz V, 1867) zuerst beschreibt, wurden von Uhlig nach den hervorragendsten Nummuliten und anderer Foramiferen der in Rede stehenden galizischen Ablagerung gleichgestellt; sie müssten demnach auch mit unserem Granitmarmor der Lagerung nach übereinstimmen.

Nach Kaufmanns genauer Profilirung und Kartirung des Pilatus-Gebietes folgen hier über den mitteleocänen *Num. complanatus*-Schichten die „Pectiniten"-

Schiefer und „Quarzsandsteine", welche von ihm und anderen schweizerischen Geologen als Bartonien angesehen werden; diese bilden die Basis der flyschartigen Ablagerungen, welche die in Rede stehenden Kalklager enthalten. Von hohem Interesse ist nun, was Kaufmann bezüglich des Bartons feststellt; die ihm angehörigen Pectiniten-Schiefer und Quarzsandsteine transgrediren über einen grossen Theil der oberen Kreideschichten derart, dass kein Zweifel ist, dass hier auf weite Flächenausdehnung hin eine Ablagerungstransgression vorliegt, d. h. dass nach Abschluss des Mitteleocäns daselbst eine grosse Störung mit einer Senkung des ganzen Gebietes an der alpinen Küste eintrat.

Der Punkt des Beginnes dieser merkwürdigen und scharf präcisirten Störung ist in unserem Gebiete durch eine Hebung gekennzeichnet, welche eine Trockenlegung des mitteleocänen Meeresgrundes zur Folge hatte, darum fehlen unserem Gebiete alle Anzeichen eines alpinen Bartoniens, wie es z. B. nach der Munier-Chalmas und de Lapparent'schen Nomenclatur in den Südalpen entwickelt ist (Horizont des *Nummul. Brongniarti* und *Molli*). Die weiten hierbei trockengelegten Meeresgründe wurden erst zur Zeit der Priabona-Stufe (des eigentlichen Obereocäns) wieder überschwemmt, wie dies auch an einzelnen Punkten der Südalpen (vgl. Dr. Paul Oppenheim, Ueber die Nummuliten des Venet. Tertiärs, Berlin 1894, S. 23) der Fall zu sein scheint. Ich glaube, dass hiermit die Bezeichnung in der Karte, welche die Stockletten mit Granitmarmor als „Obereocäne" (exclus. Bartonien) hinstellt, wohl gerechtfertigt ist.

Ob diese Feststellungen in unserem Gebiete auch für andere Nummulitengebiete als Norm gelten können ist fraglich; es liegen einem viele Fragen auf der Zunge, welche sich auf die mancherorts angenommene Vertretung von Priabona lagen durch Complanatusschichten beziehen; vielleicht, dass doch an einigen Stellen, wo *N. complanatus* und *Tchihatcheffi* spärlich mit häufigeren Priabona-nummuliten vermengt sind, erstere beiden auf sekundärer Lagerstätte sich befinden und ein Vergleich mit den ganz exceptionellen Verhältnissen der Nummuliten-Lager im ungarischen Becken ausgeschlossen werden kann.

Wenigstens möchte ich nicht glauben, dass das nach Uhlig so vereinzelte Vorkommen von *N. Tchihatcheffi* in dem galizischen Lithothamnienkalk auf die Verhältnisse in Ungarn hinweist; vielmehr scheint es mir (als zweite Lagerstätte!) zu beweisen, dass im Norden der Karpathen eine Ausbildung des mittleren Eocäns bestanden haben müsse, welche an die Adelholzener- oder Kressenberger Facies erinnert. Letzteres wird auch durch die Nothwendigkeit der Annahme einer östlichen Einwanderung des *Num. distans* aus Südrussland nördlich von den Karpathen hin verlangt; die Verhältnisse von Ungarn (und Siebenbürgen) liefern keinen Anhaltspunkt für die Annahme einer Einwanderung dieses Nummuliten von dieser Seite her.

Für unsere Gebiete ist es wenigstens ganz zweifellos, dass Nummuliten-Einschwemmungen aus den Adelholzener Schichten stattgefunden haben; wenn man etwa *Num. complanatus* und *Tchihatcheffi* von schematischem Standpunkt aus in Zweifel ziehen könnte, so kann dies ganz sicher bezüglich des *N. perforatus* nicht geschehen; dieser kann in höheren Niveaus als den mitteleocänen nur auf sekundärer Lagerstätte liegen. In unserem Gebiete ist aber die Möglichkeit einer solchen Lagerung schon dadurch darzuthun, dass in derselben Schicht auch grosse Brocken der die Adelholzener Schichten im Norden unterlagernden Gerhardsreuther Mergel als Geröllstücke eingelagert sind!

Capitel XVIII. Faciesentwickelung der obereocänen Stockletten.

Eigentliche Zonen, wie wir sie für die mitteleocänen Schichten feststellen konnten, existiren für diesen Horizont nicht; jedoch lassen sich verschiedene Punkte betonen, welche eine schwache Beziehung zu den Faciesänderungen im Mitteleocän bekunden.

Vor allem ist zu bemerken, dass die grösste Stärke des Lithothamniumlagers mit dem höchsten Fossilreichthum und dem Auftreten der grössten Lithothamniumknollen im Bereich der Adelholzener und Eisenärzter Zone liegt und dass der eigentliche Granitmarmor im Hangenden der Kressenberger Schichten und der Sandnockzone ganz gewaltig abnimmt (von 10 m auf 1 m und $^1/_2$ m). Im Hangenden der letzteren finden sich nur schwache plattige Bänkchen eines feinkörnigen Lithothamniumgruses, in welchem die Foraminiferen noch reichlich vertreten sind.

Südlich von der grössten Stärke des Granitmarmors treten auch ganz schwachsandige Kalksteine auf, welche hauptsächlich aus zertrümmerten Lithothamniumfragmenten bestehen; sie werden hier und da in Steinbrüchen abgebaut (Schöneck).

Die Abnahme der Mächtigkeit des Lithothamniumlagers nach Süden bezeichnet die Entfernung von der nördlichen litoralen Zone, wo das Ufer von der Adelholzener Facies und den dieser unterlagernden Götzreuther Schichten gebildet wurde; die erstere hat die angeschwemmten *Complanaten* und *Perforaten* (*Assilinen*?) geliefert, die letzten sind sowohl am Hammer (rothe Traun) als an der Rollbrücke (bei Neukirchen) in grossen unregelmässigen Geröllstücken in dem Granitmarmor eingeschlossen.

Joh. Böhm hat an zwei Stellen einen obersten Stocklettenhorizont, graue sehr feinsandige, feinglimmerige, dünnplattige Mergelschiefer entdeckt, welche zahlreich *Meletta*-Schuppen und *Ostracoden* enthalten; ihr Auftreten entspricht der mittleren Zone der Verbreitung der Stockletten und ist es beim Mangel weiterer Aufschlüsse unmöglich, diesen Facieswechsel in irgend einer Beziehung zur Uferfrage zu verstehen.

Von Wichtigkeit scheint der weitere Vergleich zu werden, dass nämlich die Schichten, welche bei uns in Thon- und Mergelschichten und sehr geringen Kalksandsteinbildungen entwickelt sind, in den Karpathen inmitten der Sandsteinzone auftreten. Wenn die im östlichen Bayern vorliegende Facies im Allgemeinen eine Mergelfacies ist, so kann sie als eine Schlamm-Abstufung der Sandsteinfacies nach der oben schon besprochenen ostwestlichen Stromrichtung aufgefasst werden; vindelicische Einlagerungen bezeichnen beide Ablagerungsgebiete. Im Grüntengebiete zeigen die über dem Mitteleocän folgenden Stockletten viel mehr die alpine Facies der Nierenthalschichten und in der Schweiz scheint die alpine Facies dieses Horizontes typischen Flyschhabitus anzunehmen. Ein Theil des schweizerischen Flyschs (z. B. der von den Fähnern) entspricht wohl unserem bayerischen Flysch und ist jedenfalls zum grossen Theil untereocän (vgl. Cap. XXI und XXV); der wichtigere Theil des Flysches der Schweiz ist aber unseren Stockletten gleichalterig. Es ist nicht unmöglich, dass er auch noch ligurische Ablagerungen in sich schliesst, welche bei Reichenhall, Reit im Winkel und Haering zum Theil eine Art Gosaufacies haben, aber auch manche Aehnlichkeiten mit den mehr vindelicisch pelagischen obereocänen Stockletten zeigen (vgl. unten).

Capitel XIX. Die tertiären Grenzsandsteine.

Nach der Behandlung der hangenden Schichten des Mitteleocäns kommen wir nun zu dessen Liegendem. Wir haben dasselbe bei unseren früheren Profilaufzählungen schon in vielen und wichtigen Fällen erwähnt: bei Oed, in Bichlergraben, Oberwaldgraben, bei Eisenärzt-Hörgering, im Lechner Graben, Wollsberggraben, Katzenloch-, Hachauer- und Blasergraben, vom Riedlbach, in den Steingräben und vom ganzen Kressenberg-Revier.

Wir wissen, dass wir es meist mit weisslichen, hellgelben bis grauschwarzen, an grossen Glimmerschuppen reichen, fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen zu thun haben, welche nur in vereinzelten Lagen ein etwas grösseres Korn zeigen und fast überall Pflanzenfragmente oder kohlige Reste, seltener Conchylien und ganz selten Nummuliten führen. Dazwischen finden sich stets Zwischenlagen von meist schwarzer Farbe, thonig-feinsandige, glimmerreiche Sandschiefer, in welchen sich die Sandsteinbänke oft auskeilen und häufig nur grobkörnige Sandsteinbrocken unregelmässiger Form eingelagert sind; an vielen Stellen finden sich Schwefelkiesausscheidungen; Eisenerzbildungen stellen sich nur im Kressenberger Gebiet in einem ganz bestimmten Strich ein; an zwei Stellen ausserhalb des letzterwähnten Gebiets finden sich auch grosse eisenhaltige Thonknollen in grobkörnigen Sandsteinen eingebettet.

Gehen wir nun die Faunen durch, so zeigt sich im Lechner Graben folgendes: *Numm. aff. elegans*, wie er nirgends höher beobachtet worden ist, daneben *Operculinen* und *Orbitoiden*, welche an das *Exogyra eversa*-Lager im Jobsten Bruch erinnern; *Serpula spirulaea* var. *infraeocaenica*, eine Varietät, wie sie nur in den tiefsten Schichten bei Mattsee und an der Weitwies unter dem Rothflötz vorkommt; zahlreiche *Bryozoen*, die sich ganz ebenso in den Weitwies-Schichten finden; vereinzelte *Lithothamnien*, was an das untere Lithothamniumflötz von Mattsee und vom Jobsten Bruch erinnert; *Crania Kressenbergensis* Gümbel, die am Kressenberg im Liegenden der Rothflötze häufig ist und im Weitwiesbruch mit den *Bryozoen* und *Serpulen* gemeinsam vorkommt; *Exogyra eversa* Mellev., welche den gleichen Horizont besonders im Liegenden vom Sigmund-Maxflötzcomplex charakterisirt; *Cucullaea crassatina* Lmk, welche aus den tiefen Schichten des Ludwigsquerschlages im Liegenden des rothen Josephsflötzes bekannt ist; endlich eine neue Art *Spondylus Gümbeli*, welche mir desgleichen (wenn auch nur als ein Unicum) vom Ludwigsquerschlag vorliegt, aber an andern gleich zu erwähnenden Localitäten in grösserer Häufigkeit auftritt.

Im Wollsberggraben, in dem Hachauer und Blasergraben, im Riedlbach und in den unteren grossen Steingräben, dem Schwarzberg-Seitengraben kommen dieselben Fossilien vereinzelt und in grösserer Individuenzahl vor und bilden auch hier stets das Hangende des Götzreuter-Nierenthalschichtencomplexes, zeigen also die Grenze von Kreide und Tertiär; es war auch schon im Kressengraben zu vermuthen, dass die gelben Kalksandsteine und darunterliegenden schwarzen thonig-mergeligen Sandschichten das Tiefste des Eocäns bilden und auf den Götzreuter Schichten vom Pleereit (und vom Pattenauer Stollen) unmittelbar auflagern.

Das Gleiche zeigt uns das Steingrabenprofil (vgl. S. 52), wo wir als unterstes Eocän auf der Uebergötzreuter Bank auflagernd schwarze, thonreiche Sandsteinschiefer mit vereinzelten Einlagerungen kalkiger Knollen und festerer Sand-

steine erwähnten; erst in den mittleren Lagen stellen sich Petrefacten ein, welche aber auf zwei Bänke beschränkt sind; die untere ist eine Korallenbank, die obere eine Muschelbank: Die Fauna der Korallenbank ist nicht bedeutend:

Trochocyathus verrucosus Gümb.
„ *multicostatus* Gümb.
„ nov. spec.
Gryphaea subvesicularis Gümb.
Exogyra eversa Mellev.
Spondylus Gümbeli n. sp.
Crassatella apicerugata n. sp.
Cardium aff. *breve* Frausch.
Natica aff. *similis* Sow.
Natica spec.
Pleurotoma aff. *undata* Lamk.
Voluta aff. *Barrandi* Dsh.
Fusus ficulneus var. Lamk.
Conus diversaeformis Dsh.

Die höhere Muschelbank zeigt nach vorläufigen Bestimmungen ausser anderen weniger charakteristischen Arten:

a) Lamellibranchiaten:
Ostraea radiolata n. spec.
Exogyra eversa Mellev.*
Spondylus Gümbeli n. spec.
Pecten squamula Lamk.**
Vulsella lingulaeformis d'Arch.
Modiola aff. *subcarinata* Dsh.
Arca aff. *biangula* Lamk (juv?)
„ *subasperula* n. sp.
Cucullaea bicrenulata n. spec.
„ *striatissima* n. spec.
Pectunculus polymorphus Dsh. var.*
Nucula spec.
Crassatella interstriata n. spec.
Lucina aff. *Foucardi* Dsh.*
„ aff. *scalaris* Defr.*
b. Gasteropoden:
Natica spec.
cf. *Trochus angustus* Dsh.***
Turritella aff. *terebellata* Lamk.***
„ spec. nov.
Pleurotoma terebralis Lamk. var *interlyrata***.
Cardium porulosum Lamk.**
„ *Jobstenense* n. spec.
„ *breve* Frausch.
„ *acuticostatum* n. spec.
Cyprina aff. *scutellaria* Dsh.*
Cytherea grossesulcata n. sp.
Tellina donacilla Frausch.
„ cf. *exclusa* Dsh.**
„ spec. nov.
Solecurtus solenoides Schfhtl. spec.
Neaera subcochlearella n. sp.
„ *subdispar* n. spec.
Teredo subcincta n. spec.

Fusus ficulneus Lamk. var.**
Pleurotoma subfluctuosa n. spec.
„ *scalaris* Lamk. var.
Fusus minax Lamk.**
Murex aff. *tricarinatus* Lamk.
Voluta Barrandi var. *nodulosa* n. n.
Cassidaria carinata var. *quadrinodosa* n. n.
Cypraea aff. *elegans* Defr.

Daneben sind noch vereinzelte *Bryozoen* zu erwähnen.

Zur allgemeineren Interpretation der Liste ist festzustellen, dass nur eine einer typischen Grobkalkspecies vergleichbare Form vorliegt, welche aber alpin tiefer vorzukommen scheint, *Turrit. terebellata*; die anderen mit zwei Sternchen versehenen Arten kommen zugleich im Grobkalk und den Sables inferieurs vor, die einfach angesternten Arten nur in letzteren. Es zeigt also die Liste zweifellos ein Uebergewicht nach Formen der das Mitteleocän unterlagernden Schichten und kann ich daher diese Lagen mit *Spondylus Gümbeli* nur dem Londonien (Yprésien Mun.-Ch. et de Lap.) zutheilen. Dies wird dadurch bestätigt, dass in den oben vergleichbaren Lagen *Spondyl. Gümbeli* mit einer dem tiefsten eoc.

Nummuliten, *Numm. elegans**), sehr nahe stehenden Art zusammen vorkommt. Leider fehlen in den beiden Fossilienschichten und den Begleitlagen im Steingraben die Nummuliten ganz und gar.

Dasselbe ist aber auch der Fall bei den tiefsten Glaukonitsanden von Mattsee, von den Weitwieser Querschlag-Grünsanden mit *Gr. Brongniarti* und den unteren Grünsandschichten des Ludwigquerschlags, beide Aufschlüsse im tieferen Liegenden des rothen Josefsflötzes.

Die Fauna des letzteren ist auch eine andere; trotzdem kommen *Spondylus Gümbeli*, *Cucullaea striatissima*, *Protocardium breve*, *Cyprina scutellaria*, *Tellina donacilla*, *Turritella terebellata* daselbst vor und zeigen die Identität der beiden Horizonte an. Die anderen Fossilien des tieferen Ludwig-Querschlag-Horizontes werde ich im palaeontologischen Theile aufführen; sie sind von Frauscher mit denen eines höheren Horizontes und zwar solchen, den Mittelschichten des Gebiets entsprechenden Fossilien vermengt worden.

Einem weiter durch den Bergbau aufgeschlossenen Punkt dieses tiefen Niveaus gehören die Fossilien des Karlstollens an; auch hier liegen in den Sammlungen zwei sehr verschiedene Horizonte unter einem Namen; der höhere ist ein Aequivalent der Jobstenbruchschichten, ein grauer Kalk, welcher *Paracyathus Lamarcki* Rouault und *Cytherea obliqua* führt, bezeichnend für die Mittelschichten in unserem Gebiete; der zweite ist ein hellbrauner, sehr grobkörniger Quarzsandstein mit grossen Glimmerblättchen, der petrographisch durchaus an die tiefsten Schichten am Lechner etc. (Wollsberggraben z. Th.) erinnert. In der Pauer'schen Sammlung ist für die Handstücke dieser Schicht theilweise fälschlich „Kachelstein" angegeben, solche steht aber daselbst sicher nicht an und ist nur die Angabe „Karlstollen" richtig. Frauscher hat die in dieser Lage enthaltenen Lamellibranchiaten *Tellina Zitteli*, *Siliqua Neumayeri*, *Lima Bellardii*, *Tellina rostralina* und *rostralis* wegen der letzteren Fossilien zur untereocänen Fauna gerechnet. Es kommen hier ausser mehreren Gastropoden noch *Solecurtus solenoides*, *Tellina donacilla* und *Teredo subcincta* vor; ersteres Fossil geht durch alle Schichten durch, das zweite entspricht der tiefen Ludwigs-Querschlagsschicht, das dritte kommt im Conchylienhorizont im Steingraben vor.

Das Wichtigste ist hier aber der kleine Nummulit vom Typus des dem *Num. planulatus* an anderen Orten vergesellschafteten *N. elegans* Sow.*), den wir schon oben erwähnten; ausserdem ist *Num. Heeri* anzuführen, der auch in den tiefsten Num.-Horizonten schon vorkommt.

Darnach ist die Stellung dieses Aufschlusses gesichert und hat der Karlstollen diese Schicht entweder im Liegenden des Ferdinandflötzes oder des Josefsflötzes durchfahren.

---

*) Es ist dies wohl derselbe Nummlit, welchen Frauscher l. c. S. 221 unter dem unbekannten Namen „*N. subplanata*" (ob *N. subplanulatus* Hantk. et Madar.?) erwähnt; er kommt auch im Lager der *Exogyra eversa* unter dem Rothflötz im Jobstenbruch vor und in jenen Lagen des Grüntengebiets, welche der Facies und der Lagerung nach den Uebergang vom Untereocän vindelicischer Ausbildung zum Flysch bilden. Hiermit kommt auch im Jobstenbruch ein *N. planulatus*-artiger Nummulit vor, welchen ich früher seiner schlechten Erhaltung nach nicht anzuführen wagte. In neuerer Zeit hat nun Herr Hans Imkeller in seinem Tölzer Gebiet einen Nummuliten in ganz dem gleichen Niveau gefunden, den er mir zur Bestimmung übergab; es scheint in der That der in den Nordalpen bis jetzt nicht nachgewiesene *Numm. planulatus* d'Orb. zu sein.

Ein guter Aufschluss über Tag ist der im Liegenden des Maurerschurfs: gelbe, zu Sand zerfallende Sandsteine mit einzelnen harten kalkigen Zwischenlagen voll von zerriebenen organischen Fragmenten (cf. S 43), und einzelnen grossen *Lithothamnium*-Knollen; auch hier entspricht die Fauna den untereocänen Horizonten:

Gryphaea Brongniarti Bronn.
Exogyra eversa Mellev.
Alectryonia Zieteni M.-E.
Cyclostreon parvulum Gümb.
Spondylus Gümbeli nov. spec.
Lima spec. nov.
Lucina aff. *scalaris* Defr.
Cardita spec.
Tellina rostralina Dsh.
Nautilus spec.
Bourgueticrinus spec.
Cidaris sceptrum Gümb.
Echinanthus aff. *Pouechii* Cotteau.
Echinopsis n. spec.
Linthia aff. *subglobosa.*
Linthia perfossa Gümb.
Cycloseris aff. *Perezi* J. H.
Lithothamnium spec.

Wir haben hier in dem Charakter der Fauna eine gewisse Verbindung des unteren Mattsee-Kressenberger *Lithothamnien*-Horizontes mit dem Vorkommen im Steingraben in einer etwas vielseitigeren, dem pelagischen Sammelrevier angehörigen Fossilführung; der Hauptentwicklung des *Lithothamnien*-Horizontes nach Nordosten uns nähernd, haben wir mehr vorwiegend die *Bryozoen* und *Cranien.*

Hier anschliessend ist noch ein anderes Vorkommen dieses Horizontes im Bergbau zu erwähnen, welches eine Brücke nach der südlichen Ausbildung schlägt; dies ist das Auftreten eines schwarzen sandigen Thones mit *Septifer Kressenbergensis* Gümb. spec., *Crania Kressenbergensis* Gümb. und vereinzelten *Lithothamnien.* Schafhäutl verlegt diesen Mergel zwischen das rothe Josephsflötz und das schwarze Maxflötz. Abgesehen davon, dass petrographisch nur ein geringer und faunistisch (es liegen mir noch andere Fossilien vor) kein Anklang an die Mittelschichten zu bemerken ist, dagegen in den *Lithothamnien* und der *Crania Kressenbergensis* faunistisch und in den die Korallenlage im Steingraben begleitenden sandigen Thonen auch petrographisch eine viel bedeutendere Aehnlichkeit mit den obersten untereocänen Lagen feststeht, ist zu betonen, dass die Aussage Schafhäutl's nur eine Conjectur ist; der Titel, unter dem diese Fossilien aus dem Bergbau in die Sammlungen gekommen sind, lautet vieldeutig „aus dem Achthaler Bergbau"; ich halte daher diese Lage für solchen entsprechend, welche das Mitteleocän am Kressenberg und bei Mattsee unterlagern.

Cap. XX. Facieszonen in den Grenzsandsteinen.

Es lassen sich hier ähnliche Zonen gleicher facieller Entwicklung feststellen, wie in den mitteleocänen Schichten, deren Verbreitungsgrenzen sogar ungefähr mit einander übereinstimmen.

Die Grenzsandsteine fehlen in der eigentlichen Adelholzener Zone ebenso, wie die unteren zwei Drittel des Mitteleocäns; erst an der südlichen Grenze treten Sandsteine auf, welche die Eisenärzter Zone plötzlich einleiten.

Bei Eisenärzt selbst haben wir gelbe mürbe Sandsteine, welche ganz fossilleer, zum Theil mit Glimmer, sich von den unteren mitteleocänen Sandsteinen bei den vorliegenden Aufschlüssen nicht trennen lassen, weshalb in der Karte für den Verlauf der ganzen Eisenärzter Zone alle Sandsteine unter dem eigentlichen

Aequivalent der Adelholzener Schichten (dem Eisenärzt-Enzenauer Kalk) in einer Farbe gegeben sind, obwohl an den guten Aufschlüssen (Wollsberggraben, Leitenbruch, Teisendorfer Bruch) die Trennung sehr deutlich ist. Es fehlt aber hier das Rothflötz, welches auch in überwachsenem Terrain die untere Grenze des Mitteleocäns deutlich kennzeichnet.

In dieser Zone liegen also einerseits gelbe, mürbe, zum Theil glimmerführende Sandsteine mit ausgelaugten Schalenfragmenten (vgl. Teisendorfer Bruch, Profil S. 29) und andererseits im Wollsberggraben etwas thonreichere eisenschüssige Schichten, welche der Verfärbung und der Auslaugung widerstanden haben. Ich glaube, dass diese Ablagerung im Bereich einer starken Brandung an einer durch die obercretacischen Schichten (vindelicischerseits) gebildeten Steilküste, welche wir durch die Entwickelung der Uebergötzreuter Schichten anzunehmen gezwungen waren, gebildet wurde; diese Steilküste stand weiterhin als wirkliche Gegenbarre den unteren mitteleocänen Eisenärzter- und Kressenberger Schichten gegenüber, während die obere Abtheilung in der Facies der Adelholzener Schichten, einer ausgesprochener Flachsee-Entwickelung, über dieselbe transgrediren konnte.

In dem Kressenberger Bereich haben wir drei facielle Entwickelungen der untereocänen Grenzsandsteine, von welchen zwei nebeneinander und übereinander zu folgen pflegen. In einem nördlichsten Strich eine *Lithothamnien-*, *Bryozoen-* und *Cranien*-Facies mit gröberen und feinerenSandsteinen und Kalksteinen; in einem sich südlich daranschliessenden Strich eine glaukonitische Facies in feinsandigen Mergeln und feinkörnigen Sandsteinen mit Korallen und Conchylien, eine litorale Facies mit schon etwas mehr pelagischem Charakter, welcher sich auch im südwestlichsten Ausläufer der Lithothamnienfacies, in der Fauna des Maurerschurf-Liegenden, äussert. In einem dritten Strich haben wir im nordöstlichen Theil eine schwach entwickelte Erzfacies, im südwestlichen Theil schon schwarze sandige Thone mit dem Ausklingen aller drei erwähnten faciellen Entwickelungen.

Eine folgende Zone entspricht dem Zwischenraume zwischen dem Kressenberg und dem Sandnock, wo der Faciesübergang im Mitteleocän fehlt. Hier haben wir die „Nummuliten-Facies", bezeichnet durch die Punkte Riedlbach, unterer grosser Steingraben und Schwarzberggraben-Seitengraben (auch der südlich vom Wollsberggraben gelegene, dem Flysch genäherte Punkt im Lechnergraben und das unterste Anstehen im Katzenlochgraben gehören hierher). Bezeichnend für diese Zone ist das Auftreten grösserer und kleinerer nicht zu Bänken geschlossener grobkörniger Sandsteinbrocken in den schwarzen, sandigen Thonen; im östlichen Verlauf ist das Auftreten grünlich-grauer Abänderungen der letzteren zu Mergelthonen und Letten bemerkenswerth und seltsam.

Die Sandnockfacies der Grenzschichten zeigt nochmals in ihrer Fauna einen mehr litoralen Charakter, der sich aber eng an die vorige Facies anschliesst; es ist nun nicht unwahrscheinlich, dass südlich von den Ablagerungen des Kressenberg eine prävindelicische inselartige Erhebung bestanden habe, welche einer Fauna für geringere Meerestiefe die Ansiedelungsmöglichkeit gegeben hat.

In der Nachbarschaft bemerkt man Aufschlüsse der „Nummulitenzone" unmittelbar auf Nierenthalschichten aufliegend; es kommen also hier Unregelmässigkeiten vor, welche auch als solche des Meeresbodens gedeutet werden können und inselartige Erhebungen nicht unwahrscheinlich sein lassen.

Wie isolirt aber dieses ganze faunistische Auftreten an dieser Stelle ist, zeigt der Umstand, dass im grossen Steingraben, also nur wenig nach Osten zu, keine Spur der ganzen Fauna mehr anzutreffen ist und alle entsprechenden Sandsteine ohne Fossilien scheinen. Das Locale in diesem Vorkommen ist auch darin ausgedrückt, dass in der immerhin mindestens 50 m mächtigen Reihe der Schichten der Steingräben nur diese zwei Fossilienhorizonte vertreten sind.

Mit den in der östlichen Erstreckung der „Nummulitenzone" in den Grenzsandsteinen isolirt auftretenden graugrünen, glimmerig-sandig-lettigen Lagen und den östlichen Aenderungen in der Sandnockzone stimmt auch eine Erscheinung in der Kressenberger Zone, nämlich das Auftreten von plattigen durch grüngraue Thonzwischenlagen getrennten Sandsteinen, ohne alle Fossilien, (Jobsten-Bruch Profil Seite 39 Nr 3), welche beide im westlichen Kressenbergrevier ganz und gar unbekannt sind.

Es scheint also im Verlauf nach Osten die Sandnockfacies nördlich unter die Kressenberger Facies überzugreifen; sie bildete hier ein ganz fremdes Element; die übereinanderliegenden Faciesbezirke entsprechen einander gar nicht.

Diese in den letzten Abschnitten besprochene Faciesänderung bereitet eine grosse Aenderung vor, welche im Osten des Kressenberger Gebietes in den (?) Grenzsandsteinen auftritt, nämlich die Zone der Achthaler Sandsteine (vgl. v. Gümbel G. B. d. b. Alp.-Geb. 1861 S. 38 Nr. 5, Gesteinsbeschaffenheit der Nummulitengebilde), welche noch recht problematisch sind.

Wie die geologische Karte zeigt, ist der Sandnockzug durch eine Querverwerfung, welche auch den Bergbau bei Neukirchen abschneidet und ihn im Weiterstreichen gegen die Eisenärzter Zone vorrückt, abgeschnitten und im östlichen Weiterstreichen schiebt sich typischer Flysch mit unterlagernden Nierenthalschichten vor.

Zwischen diesen nördlichen Flyschcomplex und die nördliche Eisenärzter Zone (Neukirchen-Oberteisendorf) schieben sich die „Achthaler Sandsteine" ein, im Achthal eng an die nördlichen obereocänen Stockletten angelagert, im Süden (S. O.) ohne andere Zwischenglieder an den Flysch von Freidling-Teisendorf.

Bei Achthal selbst sind es hellgraue bis weissliche feinkörnige, glimmerreiche, kalkarme Sandsteine mit dünnen thonigen Sandsteinschiefer-Zwischenlagen, welche viele kohlige Reste enthalten; manche Schichtflächen zeigen eingebettete, harte, gelblichweisse Mergelknollen, deren Einbettungs-Vertiefungen mit grösseren Quarzkörnchen ausgekleidet sind.

Wie die Beschaffenheit dieser Sandsteine ganz besonders auf die oberen massigen Sandsteine des Steingrabens (vgl. S. 53, Profil Nr. 13—15) hinweist, so ist eine andere Erscheinung von derselben Wichtigkeit. Wir haben erwähnt, dass im unteren grossen (östlichen) Steingraben schon Nummulitenschichten auf röthlichen, grün gesprengelten Mergelthonen aufruhen; dies ist auch bezüglich der Achthaler Sandsteine der Fall, auch sie ruhen auf hypothetisch-cretacischen Thonen.

In dem Aufschluss südlich der Kumpfmühle bei Oberteisendorf zeigt sich schon eine kleine Abänderung des eben charakterisirten Verhaltens im Achthaler Sandsteinbruche selbst. Zwischen sonst durchaus gleichbleibenden Sandsteinen treten schwach sandige, grünlichgraue und braunrothe Lettenschieferzwischenlagen auf; einzelne Bänke haben gröberes Korn und es zeigen sich hier zum ersten Male jene grünen und rothen phyllitartigen Gerölle, welche weiter östlich reich vertreten sind. Auf den Schichtflächen der Sandsteine erscheinen hie und

da *Taonurus* und im Sandsteine selbst aufrecht stehende Algenverzweigungen, deren Lumen mit grünlichem oder röthlichem Thon erfüllt ist. (Vgl. Fuchs Sitzb. d. Wien. Akad. d. W. Bd. CII. Abth. I).

Diese Lagen treten auf der rechten Thalseite auf; gegenüber auf der linken Thalseite, jenseits des Mühlbaches, sind alte Brüche in Schichten der Facies des Achthaler Bruches; man kann daher die rechtsseitigen Aufschlüsse im Achthal für die höheren Horizonte halten. Auch in dem Stecher Wald (Anstehen in den Geislchen-Gräben) sind die letzteren Horizonte höher am Hang (P. 560 der Karte) aufgeschlossen.

Der ganze Complex der Achthaler Sandsteine streicht nun offenbar unter dem Teisendorfer Moos hindurch und erscheint wieder im Surrthal zwischen Gumperting und Punschern N. vom Markt Teisendorf; hier haben sich nun weitere Veränderungen eingestellt. Der Complex liegt vor allem auf Nierenthalschichten typischer Gesteinsfacies, weiterhin haben wir in den Zwischenlagen lauter schwarze thonige Sandschiefer und keine graugrünen und braunrothen Färbungen mehr; auch eigentlich blätterige Schieferletten fehlen. Es mag dies der Gegensatz zwischen der Facies der oben sogenannten „Nummulitenzone" und der südlichen Sandnockfacies der Grenzschichten im Kressenberger Gebiet sein. Es fehlen hier weiter alle Sandsteine mit *Taonurus*- und Fucoidenresten, welche wir aus den typischen Achthaler Sandsteinen erwähnen konnten; jedoch sind die Conglomeratbänke mit den phyllitartigen rothen und graugrünen Geröllen, (aber alle von grösserem Durchmesser) vorhanden und sogar zahlreicher eingeschaltet. Neben diesen conglomeratigen Lagen treten hier aber auch noch gröbere Conglomerate auf, in welchen neben vielen fremdartigen Geröllen in einzelnen Lagen Gneissgeschiebe einen Hauptbestandtheil bilden; diese Gneisse haben gar keinen alpinen Habitus, sind roth und sehr wenig abgerollt.*)

Daneben kommen in diesen Achthaler Sandsteinen noch schwarze harte Sandsteine, braune, zu eckigen scharfkantigen Brocken zerfallende Sandsteine, conglomeratige Brocken und ölgrüne Kieselsandsteinlinsen in den schwarzen, oft splitterig zerfallenden Sandsteinschiefern und ganz selten schwarze, sandige Kalke vor; was alles in vieler Hinsicht an die Sandnockfacies der Grenzsandsteine im Steingraben erinnert.

Wenn man indess diese Ablagerung ohne den Zusammenhang mit den Achthaler Sandsteinen aufgefunden haben würde, so würde man sie einfach als „Flysch" erklärt haben. „Flysch" als ein Collectivbegriff gefasst, darf aber hier nicht in voller Ausdehnung angewandt werden; die charakteristischsten sandsteinartigen Flyschgebilde (vgl. v. Gümbel Bayer. Alp.-Geb. 1861 S. 620—621 Nr. 1 u. 3) und unter den Mergelgebilden der Flyschschieferthon (l. c. Nr. 4) sind zwar alle vorhanden, letzterer ist aber ohne alle Fucoiden; die übrigen vier Gesteinsentwickelungen mit ihren bezeichnenden Einschlüssen fehlen ganz und gar und sind in dem wirklichen Flysch bei Markt Teisendorf unmittelbar südlich reichlich zu finden.

Wenn wir daher den Flyschbegriff in seiner vollen Strenge aufrecht halten, so ist er in unserem Gebiet wohl im Teisenberg, Sulzberg etc. typisch vertreten, wir können aber die Surrthal- und Achthal-Sandsteine, beide Entwicke-

*) Sie verweisen auf einen im Nordosten unseres Gebietes dem Ufer nahe anstehenden Urgebirgskern des vindelicischen Festlandes hin.

lungen in ihrer Eigenart, höchstens als eine entschiedenere Sandsteinfacies dieses „Flysches" erklären; wir kommen im nächsten Capitel darauf zurück.

Zum Schluss kommen wir nochmals auf die oben S. 9—10, Cap. IV erwähnten Aufschlüsse und deren Fauna zurück, in welchen wir eine Glaukonitmergelfacies der Hachauer Schichten vermuthet haben, deren Fauna hier aber eine Hinneigung zu tertiären Typen andeute (S. 19), ja unmittelbar tertiäre Typen enthalte. Die früheren Aufsammlungen waren, wie oben erwähnt, nicht günstig erhalten. Neue Aufsammlungen lieferten zwar nicht viel besseres Material, lassen aber doch wahrscheinlicher erscheinen, dass dieses Vorkommen von *Haplophragmium*-Mergeln ein eocänes sei und dem tieferen eocänen Lithothamniumlager entspricht, das im Grünten-Gebiet das gleiche *Haplophragmium* spec. und *Numm.* aff. *elegans* enthält. Darnach gelangt auch das Genus *Aturia* in sein altes Recht; die übrigen Fossilien sind zweifelhafte Mittelformen zwischen cretacischen und untereocänen Arten, welche besonders bei schlechter Erhaltung vieldeutig sind.

Cap. XXI. Der Flysch des Gebietes.

Ueber seine petrographische Entwickelung habe ich keine weiteren Bemerkungen zu machen, als dass er, so weit sein Verbreitungsgebiet reicht, sämmtliche Gesteinstypen in sich fasst, welche in v. Gümbels Geogn. Beschr. des bayer. Alpen-Gebirgs S. 620—623 in erschöpfender Weise dargestellt sind. Im Osten des Gebietes, vom Sandnock nach Markt Teisendorf zu legt sich vor den Hauptflyschzug ein zweiter, dessen Streichrichtung in mehr nordöstlicher Richtung über Teisendorf sich erstreckt und wie der erste südliche Hauptzug zum Liegenden Nierenthalschichten hat. Dieser Zug bildet nur schwache Erhebungen und es hat dies darin seinen Hauptgrund, dass die Sandsteine im Allgemeinen etwas minder kalkreich sind und so in der Facies einen Uebergang zu den Achthaler Sandsteinen zu bilden scheinen.

Dieser immerhin noch typische Flysch des nördlichen Zuges setzt nach den neuen Bahnaufschlüssen in unverändertem Streichen von Teisendorf nach Nordosten fort, und es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass er in geradliniger Fortsetzung des Streichens jenseits der Salzach, in den Flysch des Haunsbergs und Buchbergs (Mattsee) unter der Bedeckung einmündend, sich wieder emporhebt. Dies erlaubt uns das Hangende unseres Flysches (freilich mit allem Vorbehalt) festzusetzen.

An einem kleinen Punkte an der östlichsten Grenze unseres Gebiets östlich von Rossdorf bei der Leitenbachmühle stehen, wie schon die Geogn. Karte Bl. V. (vgl. auch Geogn. Jahresh. 1894) angiebt, Nummulitenschichten an (vgl. oben S. 57). Man ist hier nicht berechtigt, diese als Liegendes des südöstlich davorliegenden Steinhögler Flyschberges zu rechnen und den Teisendorfer Flysch für ein ganz isolirtes Vorrücken zu halten. Es geht vielmehr dieser Flysch weiter östlich über die Nummulitenschichten bei der Leitenbachmühle hinaus, und diesem selbst ist in seiner ganzen Längenausdehnung Flysch nördlich so unmittelbar vorgelagert, dass hier eher eine normale Lagenfolge vorliegt. Dass die Nummulitenschichten hier nicht das Liegende des im S. darauffolgenden Flysches bilden können, geht daraus hervor, dass sie erstens keinen Contakt mit ihm haben und zweitens, dass dessen Liegendes, wie dies bei Höglwörth weitverbreitet und deutlich der Fall

ist, auch hier die Nierenthalschichten bilden; es thut nichts zur Sache, dass hier eine kleine Störung den Flysch vom Höglwörth etwas nach Nordosten vorschiebt. Der gewöhnlichen N.-S.-Folge nach sollte der Flysch unter dem Mitteleocän liegen.

Weiter sind wir dadurch veranlasst, die Nummulitenschichten der Leitenbachmühle für das Hangende des Teisendorfer Flysches zu nehmen, weil letzterer dem vorderen Flyschzug entspricht, welcher sich bis in die Nähe des Sandnocks verfolgen lässt, dort sehr schmal ist (im Liegenden S. W. von Achthal Nierenthalschichten zeigt), sich nach O. allmälig verbreitert und bei Teisendorf die Breite des südlichen Flyschzuges annimmt; man kann also hier wohl ein Flyschhangendes erwarten. Die Grenze zwischen dem Achthaler Flyschzug und dem Teisenberg-Flysch selbst ist nun durch eine sehr gerade Verwerfungslinie gekennzeichnet; die Fortsetzung der letzteren nach Osten endet unmittelbar südlich von dem Nummuliten-Complex der Leitenbachmühle und trennt diesen so von dem südlicheren Flyschcomplex Höglwörth-Eglham-Leitenbachmühle.

Wenn wir nun oben bemerkt haben, dass die Nummulitenschichten der Leitenbachmühle dem Mitteleocän angehören und dass sie in jener faciellen Ausbildung vorliegen, welche die zonare Nothwendigkeit des Vorhandenseins von alteocänen Grenzsandsteinen bedingt, so könnten wir folgern, dass der Flysch von Teisendorf Leitenbachmühle die Schichten zwischen den Nierenthalschichten und dem mitteleocänen Rothflötz jedenfalls mit Einschluss der alteocänen Grenzsandsteine repräsentire. Da nun in unserem Gebiet in der Sandnockzone und südlicher zwischen den Nierenthalschichten und dem Mitteleocän nur überwiegend alteocäne Sandsteine in ziemlich bedeutender Mächtigkeit (gegen 60 m) vorliegen, so kann als vorläufiges Resultat ausgesprochen werden, dass unser Flysch überwiegend alteocänen Alters ist und die Flyschfacies überwiegend eine Facies der Grenzsandsteine, besonders der Sandnock-Achthal-Surrthal-Zone zu nennen sei.

Wir können hierin den Flysch des Teisenbergs, Sulzbergs und Fürbergs wohl vorläufig miteinschliessen; wir glauben nicht annehmen zu müssen, dass hier noch weitere Glieder mit eingeschaltet seien; die Höhe dieser Flyschberge allein giebt hierzu keinen Anlass; vielmehr entspricht die nordsüdliche Breite der südlichen Flyschzone derjenigen der nordöstlichen Zone zwischen Teisendorf und Leitenbachmühle; es dürfte aber gerade ihre Breite sicherer als ihre Höhe für die Vergleichbarkeit angeführt werden, da der Bestand der Höhe auch von andern Factoren, z. B. der Gesteinsbeschaffenheit, abhängt. In Bezug auf letztere haben wir aber oben bemerkt, dass die Sandsteine hier durchgehends eine grössere Weichheit ihres Gefüges besitzen und daher bei ihrer exponirten Lage der Erosion sehr stark ausgesetzt gewesen sein mussten.

Wenn wir nun fragen, in welchen Punkten sich die Flyschfacies von der Facies der Grenzsandsteine unterscheidet, so müssten diese Punkte auch mit den Thatsachen einer grösseren Entfernung von der vindelicischen Küste stimmen und es müsste für den Flysch eine gewisse Beeinflussung von der alpinen Küste nachzuweisen sein. Hierbei ist folgendes zu erwähnen:

1. Die Abnahme der Geröllstärke in den sogen. Reiselsberger Sandsteinen von der nördlichen Achthaler Zone nach der Flyschzone zu; in der ersteren haben wir bezüglich der Urgebirgbrocken geradezu eine Uferbreccie, während die auch noch recht grossen Sandstein-, Kalk- etc. Gerölle stärker abgerollt

sind; die Gerölle sind überwiegend frisch und wenig verändert. Die Reiselsberger Sandsteine des Flyschs sind durchweg viel feinkörnigere Conglomeratsandsteine; nach v. Gümbels Darstellung (l. c. 1621) zeigen sie „abgerundete Urgebirgsstückchen", „stark abgerollte Kalk- und Mergelbröckchen"; „im Uebrigen wechselt die Grösse der Fragmente von feinem Sande bis zu erbsengrossen Rollstückchen". An einzelnen Punkten der Nordseite der Flyschzone unseres Gebietes lwird allerdings die Abrollung geringer und die Grösse der Fragmente stärker, z. B. im Lechnergraben bei Höglwörth-Geigenthal. Für den Lechnergraben ist aber auch bemerkenswerth, dass die hier anstehende Grenzsandsteine der Nummuitenzone ganz ausnahmsweise grobkörnig ist; das Gleiche gilt für das Höglwörther Vorkommen, das in der nord-südlichen Fortsetzung der Surrthalconglomerate liegt.

2. Gilt ganz genau das Gleiche für das Korn der Sandsteine überhaupt, das in der ganzen vindelicischen Zone der Achthaler (? Grenz-) Sandsteine bemerkenswerth stärker ist als in der Flyschzone.

3. Ist zu bemerken, dass annähernd sämmtliche Bestandtheile des Reiselsberger Complexes in der Achthaler Zone frisch sind, während die der Flyschzone durchgängig recht zersetzt erscheinen; das Gleiche gilt auch für die Bestandtheile der Zwischenmasse, welche im Norden glaukonitisch und sandig ist, im Flyschgebiet sehr viel mehr Glimmer enthält und häufig starkzersetzte graue und grünliche Thontheilchen, welche durch ein kalkiges Bindemittel sehr fest verkittet sind (vgl. v. Gümbel, l. c. S. 621).

4. Eine interessante Parallelerscheinung zwischen beiden Zonen ist schon oben S. 86 theilweise berührt: ein scheinbares Uebergreifen der Sandnockfacies der Grenzsandsteine über die Kressenberger Facies im Verlauf nach Osten, wodurch wohl auch die Achthaler Sandsteine bei Achthal selbst ebenso unmittelbar vor die Eisenärztfacies rücken,*) wie auch im Verlauf nach Osten unmittelbar vor die Adelholzener Facies nördlich von M. Teisendorf; desgleichen wird die Flyschfacies der Achthaler Schichten nach N.-O. zu immer besimmter. Wir haben leider nur ein ungenügendes Mitteleocän im eigentlichen Flyschgebiet, den Aufschluss an der Leitenbachmühle; hier liegt aber die Flyschfacies des Vorflyschzuges in ihrer Eigenheit nördlich vor, also (?) unter mitteleocänen Sandsteinen der Kressenbergerfacies in einer Abänderung, welche etwa dem südlich gelegenen Maurerflötzaufschluss entspricht.

Diese Parallelerscheinung, welche in gewisser Weise dem entsprechenden Vorkommen stärkerer Geröllbereiche im Flysch bezw. im Achthaler Sandsteinbereich gleichzustellen wäre, würde (wenn sie richtig gedeutet ist) ganz besonders den innigen Facies-Zusammenhang der in Rede stehenden Zonen zeigen.

5. Ist für den Flysch die ausserordentliche Zunahme der reinen Mergel und Kalke zu betonen, welche in der Achthaler Zone theils gar nicht oder letztere nur sehr selten zu erwähnen sind; die *Taonurus*- und Fucoidenschichten der Achthaler Zone (Kumpfmühle, Stecherwald) sind im eigentlichen Flysch

*) Wir haben oben (S. 88) die beiden Aufschlüsse im *Haplophragmium*-Glaukonitmergel (S. 9) als tertiäre Bildungen erklärt; das eine Auftreten dieser Facies im westlichen Revier (Blaser-Graben) liegt südlich von der Kressenberg-Facies unmittelbar vor dem Flysch; das andere Anstehen ist N. von Achthal, und wie die Achthaler Sandsteine hier bis vor der Eisenärzter Facies gelagert sind, so liegt jene mitten im Bereich der letzteren (Schnaid-Gräben) und scheint das merkwürdige N-O.-Vorrücken der Facies im Untereocän zu bestätigen.

rein kalkig und als Mergelkalke entwickelt. Hierher gehört auch die Thatsache, dass in letzterem der Kalk- und Kieselgehalt des Bindemittels der Sandsteine sehr zugenommen hat, dass aber die Achthaler Sandsteine meist sich gerade durch ihren ausserordentlich geringen Kalkgehalt auszeichnen, was ihre Verwendbarkeit zu Gestellsteinen im Hochofenbetrieb in Achthal möglich machte.

6. Haben wir endlich Thoneisensteinknollen in der Nummulitenzone der Grenzsandsteine (Lechner-Gr. Blaser Gr.) und in den mergeligen Knollen der schwarzen thonigen Sandschichten im Steingraben einen ausserordentlichen Eisenoxydulgehalt zu erwähnen und daran anschliessend Raseneisenerz-artige Thoneisensteinknollen in den lettigen, besonders den röthlichen Lettenschieferzwischenlagen der Achthaler Sandsteine (Kumpfmühle). Wenn auch im ächten Flysch im Westen Bayerns (vgl. v. Gümbel l. c. S 622—623) derartige Bildungen häufiger sind, fehlen sie im Flysch unseres Gebiets fast ganz und sind auf die nördliche Achthaler Zone der „flyschartigen Sandsteingebilde" beschränkt. Das Gleiche gilt von den bunten bezw. rothen Lettenschiefern, welche, wie v. Gümbel (l. c. S 621) schon unter den „Flyschgebilden" bemerkt, selten auftreten; sie sind auch auf die westliche Erstreckung in der Achthaler Zone beschränkt und kommen im echten Flysch nicht vor. Da die Erzbildung sicher schon im obersten Untereocän mit Oolithbildungen beginnt (vgl. oben S. 39, 4)—8) und S. 85), so könnten auch diese etwas tieferen (?) Erzbildungen unter dem gleichen Gesichtspunkt betrachtet werden und gälten hier die Erwägungen bezüglich des Erzunterschieds der nördlichen und südlichen Zonen, welche wir oben im Capitel: „Ueber Farbe der Erzflötze im Zusammenhang mit ihrer Sedimentation" angestellt haben. Wir könnten auch hieraus schliessen, dass die entschiedene Abnahme dieses Erzvorkommens im wahren Flysch eine facielle ist und eine grössere Entfernung vom vindelicischen Ufer andeute.*)

Im allgemeinen kann als feststehend angenommen werden, dass im ächten Flysch die schwarze Färbung der weichen Zwischenlagen, ihr Sandgehalt und ihr Thonreichthum abnimmt und allmählich mehr durch graue Mergel vertreten werden. Die massenhaften, weichen, thonigen schwarzen Sandlagen der Achthaler Sandsteine werden daselbst durch die Flyschkalkhornsteine vertreten, zwischen welche sich die graumergeligen Lagen alpiner Facies einschalten; diese haben in unserem Gebiete nicht selten sogar den Fleckenmergel-Charakter der Nierenthalschichten.

Eine Uebergangsbildung zwischen dem Flysch und den Achthaler Sandsteinen, aber doch mehr im Rahmen des Flyschbegriffs bleibend, ist die Flysch-Vorzone Teisendorf-Freidling-Achthal. Im Flysch selbst lassen sich solche zonare Unterschiede feststellen. Joh. Böhm glaubte im Flysch eine Gliederung in drei Horizonte zu erkennen. Oben: bläulich-graue Chondriten- und Helminthoiden-Mergel; in der Mitte: graue glimmerige Sandsteine voll Kohlepartikeln mit Zwischenlagen von schwarzgrauen Mergelschiefern; unten: abwechselnd lichtgrünlich graue, blauschwarze, rothbraune und kohlschwarze, streifig gefärbte Schieferthone mit Einlagerungen von Kalkhornsteinen und Reiselsberger Sandstein, wobei dem Schieferthon die Chondriten nicht fehlen; ich muss hinzufügen,

*) v. Ammon erwähnt (Geogn. Jahreshefte. 1894. S. 94) in einem Gesteinscomplex, welcher noch der Flyschzone angehört, aber deren nördlichste Grenze bildet und mehr den Typus unserer hypothetisch untereocänen „Achthaler Sandsteine" hat, runde harte Knauer von Sphaerosiderit; auch hier ist die Farbe der thonigen Schichten stellenweise ganz roth.

dass hier auch nur die ölgrünen glaukonitischen Sandsteine vorkommen. Diese Trennung scheint nach meinen Erfahrungen im Allgemeinen richtig, jedoch ist sie nicht so scharf zu nehmen; die drei Gesteinsgruppen kommen gemeinsam in allen drei Complexen vor, haben aber in jedem ein Uebergewicht nach der Seite hin, wie es J. Böhm nach meiner Ansicht richtig charakterisirt.

Ich möchte aber die drei Horizonte eher für drei Zonen etwas unterschiedlicher facieller Entwicklung des ächten Flysches halten, welche in Bruchlinien längs der ostwestlich streichenden Faciesgrenzen nordsüdlich aufeinander gethürmt sind; von diesen hätte also die nördlichste, untere, noch am meisten den vindelicischen Typus der untereocänen Grenzsandsteine und die südlichste, scheinbar oberste, repräsentirte mehr die reine alpine Facies; es ist das freilich Hypothese.

Wenn wir nun so zwischen Flysch und untereocänen Grenzsandsteinen die verschiedensten Faciesverbindungsglieder haben, so fehlen doch eigentliche Uebergangsstadien, wie ich sie z. B. im Grüntengebiete beobachten konnte und später darstellen werde. Dies kommt vielleicht daher, dass die grossen Störungsrichtungen, längs welchen die faciell verschiedenen Complexe an einander stossen, wie leicht verständlich, sich an die Grenzen der verschiedenen Facieszonen halten und hierbei gerade schmale Uebergangszonen selbst eliminirt werden. Entsprechend dem im östlichen Kressenberggebiet wahrscheinlichen Vorrücken der Sandnockfacies nach Nordosten und dem gleichen Vorrücken der Achthaler Facies haben wir eine grosse Querstörung, welche sich auch auf das Kressenberger Bergbaurevier erstreckt. Von dieser Querstörung aus rückt auch der Flysch in einer Längsstörung gegen die Achthaler Facies vor und breiten sich beide Complexe nach Nordosten strahlenförmig aus. Diese Strahlen beginnen hinter dem Sandnock in einer Verwerfung zwischen obereocänen Stockletten und Nierenthalschichten; über letzteren folgen wiederum Schichten vom Typus der Grenzsandsteine in schwacher Mächtigkeit, welche Lagen wiederum von den Nierenthalschichten im Liegenden des Flysches nach einer Verwerfungsgrenze überlagert sind. Dieses eigentliche Verwerfungsgebiet ist die östliche Fortsetzung einer ganz gleichen tektonischen Zone nördlich vor dem Flysch des Fürberg's und Sulzbergs und sind hier in ausserordentlicher Längserstreckung (vgl. Cap. XXIII, Ueber die Tektonik) alle hangenden Schichten des oberen Untereocäns, das Mittel- und Obereocän verschwunden.

In diesem Versenkungsgebiet konnten meines Erachtens auch die südlichere Achthaler Facies und die Flyschvorzone über den Nierenthalschichten verschwinden. Beide letzteren erscheinen geradezu als östliche sich sehr verbreiternde Fortsetzungen der schmalen, nördlich vom Flysch hinziehenden Zone von untereocänen Sandsteinen und schwarzen thonigen Sandschiefern.

Wir können also den eigentlichen Flysch als eine südliche, mehr pelagisch alpine Facies vorzüglich der nördlichen alteocänen Grenzsandsteine mit der mehr litoralen vindelicischen Facies ansehen, welche beiden Gebilde zum Theil auf typischer Kreide liegen. Der Flysch selbst lagert hierbei nur auf Nierenthalschichten, welche, nach dem Verhalten am Untersberg zu schliessen, in der litoral alpinen Region zur Zeit der Flyschbildung, des Alttertiärs und Mitteleocäns der vindelicischen Küste und des Obereocäns trocken gelegen haben und hier die oberste Kreide bilden. In der Zone der vindelicischen Grenzsandsteine haben wir zur Unterlage meist die Gerhardsreuter- und Hachauer Schichten, beide nach Süden an Stärke abnehmend, als Liegendes der flyschartigen, dem Flysch

aequivalenten Gebilde. Wir haben nun oben auseinandergesetzt, wie die Götzreuter Schichten vindelicischer Facies sich als solche nach Süden auskeilen*) und wie es scheint durch die oberste Abtheilung der Nierenthalschichten auf der alpinen Seite vertreten sind; weiter haben wir dargestellt, dass eine positive Strandverschiebung vor Ablagerung der Hachauer Schichten eingetreten ist, deren petrographische Facies in vieler Hinsicht mit der der untereocänen Sandsteine übereinstimmt. Diese Hachauer Schichten konnten daher auch am alpinen Ufer über den Nierenthalschichten nicht zur Ablagerung gekommen sein; da aber der Flysch auf den Nierenthalschichten alpiner Entwickelung auflagert, so konnte man auch fragen, ob nicht auch diese Hachauer Schichten, die entgegengesetzt den alteocänen Grenzsandsteinen nach Süden zu abnehmen, vielleicht im Flysch stecken und ob die Inoceramenschichten im Flysch und Wiener Sandstein sich auf eine alpine pelagische Facies dieser obersten Kreide von Hachau etc. beziehen lassen. Dies scheint mir nicht wahrscheinlich, weil im Grüntengebiet die gleichalterigen Oberstdorfer Sandsteine unter dem Flysch durchzugehen scheinen.

Hierbei wäre die weitere Frage zu erledigen, ob in dem alpin-vindelicischen Meeresarm, welcher die grossen nordöstlichen und südwestlichen Kreidemeere nördlich vor dem Alpencontinent verband, in der Zeit der Ablagerung des Danien-Garumnien-Suessonien g a r k e i n e Ablagerung stattfand, ob also der Meeresarm ganz trocken lag oder sich noch theilweise unter Wasser befand. Die zweifellosen Land- oder Stranderhebungen nach Abschluss der Kreide nördlich und südlich können aber sowohl für ersteren Punkt sprechen, als auch dafür, dass blos das Meer nach einem mehr alpin gelegenen tieferen Strich zurücktrat und in dieser schmalen Beschränkung verharrte, bis es sich zur Zeit des oberen Untereocäns wieder sehr stark nach Norden und Süden ausdehnte; diese Breitenausdehnung hätte dann mit einzelnen Schwankungen bis zum Unteroligocän gedauert, wonach mit dem Verschwinden des vindelicischen Rückens eine plötzliche Aenderung in allen bisherigen Verhältnissen eintrat. In letzterem Falle hätten wir also im unteren Flysch noch alle Zwischenglieder zwischen der Maestrichtstufe der Kreide und der Londonstufe des Eocäns in voller Continuität zu suchen. Da der Inoceramenflysch in den Ostalpen theilweise volle Flyschfacies hat, so müsste man im ersteren Falle annehmen, dass nach der langen Kreide-Eocänpause der höhere Flysch in der alpinen Zone mit derselben Facies wieder ansetzte, in der er aufgehört hat. Nun ist es gerade auch für das vindelicische Zonengebiet ausserordentlich merkwürdig, dass das obere Untereocän und die obersten Kreidelager ganz ausserordentlich gleiche Facies haben und meist in verticaler Folge die grössste Aehnlichkeit zeigen, wie sie auch zonar vergleichbar sind; dies gilt auch für das Grüntengebiet. Wesentliche Diskordanzen wären bei der neuen Flyschepoche nicht zu erwarten, da es den Anschein hat, als ob

*) Ich erinnere daran, dass die tiefsten Nummulitenschichten im Riedlbach und dem westlichen Steingraben unmittelbar auf Nierenthalschichten auflagern und dass die Götzreuter Schichten und die Hachauer Bank im östlichen Steingraben auf ein Minimum zusammengeschrumpft sind (vgl. oben Profil 5). Auffällig ist, dass im untersten grossen Steingraben die röthlichen Mergelthone noch nördlich von Götzreuter Schichten liegen, also eigentlich keine alpinen Vertreter derselben bilden können; es sind dies auch die problematischen Nierenthalschichten, welche die Achthaler Sandsteine unterteufen; sie führen wirklich nirgends Inoceramen und sind nur nach petrographischen Kennzeichen orientirt.

nach den letzten Kreidehebungen keine irgend wesentlichen Störungen eingetreten seien; die Wasser konnten also einfach abgeflossen und nach der Trockenperiode wieder zugeströmt sein.

Zur Lösung dieser Frage gehört vor allem eine zuverlässige Feststellung der obersten Kreide im Osten unseres Gebietes, besonders die Entscheidung der Frage, wie sich die *Inoceramen*-führenden Flyschsandsteine des Wiener Walds zu unseren Nierenthalschichten verhalten, ob Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass sie über den letzteren lagern oder denselben vielleicht, wie es nach den neueren vorläufigen Berichten der österreichischen Forscher den Anschein hat, in einer typischeren Flyschfacies entwickelt, stratigraphisch entsprechen. Nach unseren Ausführungen schliesst die Schlussfolgerung, welche v. Mojsisovics (vgl. S. . . Anm.) anwendet, um die richtige Stellung des Flysches bei Salzburg zu gewinnen, nicht jede andere Erklärung aus. Der Inoceramen-führende Flysch von Muntigl muss nicht unter den Belemnitellen- und Inoceramenschichten des Nunnerbergs bei Mattsee eingereiht werden; er kann diesen auch blos faciell und zugleich den Nierenthalschichten der Reichenhaller Bucht entsprechen. Joh. Böhm hat in den Nierenthalschichten den *Inocer. Salisburgensis* nachgewiesen, die (?) Algenvorkommen sind in beiden Complexen nahezu gleich, glimmerführende Sandsteineinlagerungen kommen auch in den Nierenthalschichten vor und das reichliche Auftreten von Cementmergeln erinnert auch ebenso an die häufige Verwendung der früher auch mit manchem Recht zum Flysch gerechneten Nierenthalschichten; merkwürdig ist nur *Am. Mantelli!*

Was die Ausdehnung des Flyschfacies nach oben betrifft, so haben wir in einer nördlichen Flyschzone scheinbar das Mitteleocän als obere Flyschgrenze; über der oberen Grenze dieses Mitteleocäns beginnt in der Schweiz erst der typische Flysch und die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass in der südlichen Zone des Flysches auch noch bei uns das Mitteleocän und Obereocän im Flysch enthalten ist.

Worauf es mir nun hauptsächlich hier ankam, das war zu zeigen, dass petrographische Anhaltspunkte zu einer stratigraphischen Vergleichung des Flysches mit anderen Formationsgliedern bei uns nur hinsichtlich der alttertiären Grenzsandsteine vorliegen und der Flysch (pro parte) hier ebenso als eine alpine Facies der letzteren erscheinen kann, wie die Nierenthalschichten pro parte als eine solche der Pattenauer und Götzreuter Schichten aufgefasst werden können, welche beiden letzteren vergleichbar den eocänen Grenzsandsteinen die Facies des vindelicischen Ufers darstellen.

Hierbei ist eine Betheiligung höherer Kreidegebilde, der Hachauer Schichten oder vielleicht auch des Danien theoretisch gewiss nicht ausgeschlossen. Das Wichtigste, was ich betonen wollte, ist, dass der Flysch — sei er, was er ist — doch jedenfalls zum Theil als ein alpines Aequivalent nördlicher Ablagerungen zu gelten hat, zum Theil diese fortsetzt oder auch einleiten kann, wo diese nördlichen Ablagerungen (vindelicische Küstenbildungen) eine Lücke zeigen. Eine nicht unwichtige Begleiterscheinung dabei ist, dass die Flyschzone auch in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet noch der Grenze zwischen vindelicischer und alpiner Facies bezüglich der Galt-, Cenoman- und Senon-Ablagerungen bildet (vgl. oben Cap. VIII S. 21), wobei die alpinen Faciesbezirke dieser Formationsglieder in Folge des Zurückweichens der Flyschablagerung von deren alpin-litoralen Ablagerungs-

region und zufolge der Thatsache, dass der bayerische Flysch nie in deren Buchten eingedrungen ist, stellenweise frei zum Vorschein kommen.

Hierbei ist nicht zu vergessen, dass der Flysch selbst (ich spreche hier nicht von dem schweizerischen, der gleiche Facies hat, aber einem anderen Horizonte anzugehören scheint) streng genommen nicht „alpin" ist, sondern nach meiner Ansicht nur ein Differenzirungs-Produkt vindelicischer Provenienz ist; er hat seine Eigenart in Folge eigenartiger Differenzirungen der (auch die vindelicische Facies bildenden) Strömungen in der Richtung und vielleicht auch dem Gehalte nach; er kann also keine absolut constante Scheidezone zwischen Ablagerungen vindelicischer und alpiner Facies bedeuten. So ist zu verstehen, dass „flyschartige" Ablagerungen, wie die Fleckenmergel der Nierenthalschichten, die vindelicischen Bildungen der Pattenauer und Götzreuter Facies unterlagern, wobei jedenfalls Küstenverschiebungen eingetreten sind; andererseits liegen wieder zwischen Neubeuern und dem Kochelsee glaukonitische Sandsteinentwickelungen des Obersenon — welche man in Beziehung auf den Burgbergsandstein am Grünten als vindelicische Facies anzusehen sich für berechtigt halten darf — unter dem Flysch und greifen also vollständig in den alpinen Faciesbereich über.*) Wiederum an anderer Stelle verändert der Flysch selbst die Grenzen seiner zwischen Sonthofen und Achthal sonst so auffallend und merkwürdig gleichen Breite und rückt nach Norden vor; so westlich von Sonthofen, wo er in zwei Zügen: Sonthofen-Dornbirn und Oberstdorf-Feldkirch auftritt, von denen der nördliche viel mehr im vindelicischen Bereich nach unserer Definition verläuft; ein zweiter Fall liegt in unserem Gebiet östlich von Achthal, nach Markt Teisendorf vor, wo sich desgleichen der Flysch verdoppelt; dies scheint mir keine Folge einer einfachen tektonischen Wiederholung, sondern eher ein Vorrücken der Flyschfacies nach Norden und Nordosten, welches in seiner Breitenausdehnung ungefähr der Breite der Zone der Kressenberg-Eisenärzter Facies des vindelicischen Mitteleocäns bis zur Adelholzener Zone, d. h. der Breite des Auftretens des diesem Mitteleocän beigesellten Untereocäns entspricht und an der Starzer Mühle (N. Markt Teisendorf) vor dem ersten Auftreten der Adelholzener Schichten abbricht. Hier zeigen die im höchsten Grade dem Flysch vergleichbaren Achthaler Sandsteine, welche mit dem ihnen von uns gleichgestellten Untereocän vindelicischer Facies viel weniger Berührungspunkte haben, eine entschieden litorale Entwickelung, welche vindelicisch genannt werden muss, (wenig zersetztes und abgerolltes, grossbrockiges, den Alpen fremdes Material in gehäuften Conglomeraten). Man könnte sagen, dass hier die Flyschfacies fast die ganze Breite des alpin-vindelicischen Meeresarmes einnimmt, dass sie aber in den Achthaler Sandsteinen bemerkbare vindelicische Abänderung erfährt (vgl. auch den Schluss des Cap. XVIII. über die Tektonik).

Trotz dieser Thatsache, dass die Grenzen der vindelicischen und alpinen Differenzirungen der ostwestlich in den vindelicisch-alpinen Meeresarm eindringenden Strömungs-Ablagerungen, in senkrecht übereinander folgenden For-

*) Diese Thatsache, dass hier Flysch zweifellos in bedeutender Horizontalerstreckung auf oberer Kreide (Grünsand und dessen Begleitschichten, den Seewenmergeln) aufliegt, ist schon in von Gümbels Geogn. Beschreib. des bayer. Alp.-Geb. S. 212 scharf betont worden; es konnte daher der Standpunkt nie in Frage gezogen werden, ob der Flysch zwischen dem Grünten und Salzburg nicht vielleicht einem Schichtencomplex unter den *Belemnitellen*-Mergeln entsprechen könnte, wohin Mojsisovics (Verhandl. d. k. k. geol. R. A. 1890 S. 30 — vgl. auch den gleichen Band S. 170—171) den Flysch westlich Salzburg verwies.

mationsgliedern aus verschiedenen Ursachen sich nicht ganz decken und sich nur ungefähr entsprechen, kann man doch diese Scheidung in vindelicische Facies (grobkörnige Eisenoolith- und Glaukonitsandsteine, thonige Glimmersande, seltener Kalke, die Fauna mit hauptsächlich litoralem Benthos der Flachsee) von der alpinen Facies*) (Flysch und flyschartige Gebilde mit hauptsächlich passiv planktonischer Fauna) als die wichtigste Grundlage zu einer später noch genaueren Altersbestimmung unseres Flysches aufstellen. Wir kommen auf einzelne wichtigere der hier berührten Fragen im letzten Capitel nochmals zurück.

Cap. XXII.

Zusammenfassung der das vindelicische Ufer und seine Faciesverhältnisse betreffenden Punkte.

Man hat früher die ganze Breite der alttertiären Ablagerungen (inclus. Flysch) als einen einheitlichen Ablagerungscomplex betrachtet, welcher am alten alpinen Ufer aufgethürmt eine ausserordentliche Mächtigkeit von Hunderten von Metern zeigte. Nach dem genaueren Studium der Nummuliten, welches auch nur in Folge der neueren Nummulitenforschungen von Autoren, die hierin ihre Lebensaufgabe erkannten, möglich wurde, ist diese Ansicht nicht mehr haltbar. Der ganze Complex der Pariser Stufe erreicht eine höchste Mächtigkeit von 40 Metern und die früher angenommene viel grössere Zahl resultirt aus einer gehäuften, nordsüdlich folgenden Wiederholung desselben Complexes. Es ist natürlich, dass wir hierdurch auch solche Ablagerungen eng nebeneinanderliegend haben, welche einem weiten, ja sehr weiten Ablagerungsboden entsprechen und dass nicht blos Sedimente des eigentlich alpinen Ufers vorliegen. Hierdurch war es möglich, Faciesverschiedenheiten festzustellen und so traten uns eine engere Gruppe nördlicher und eine engere Gruppe südlicher Faciesbildungen entgegen, von welchen die erstere eine viel reichere Gliederung zeigte, sodass man schon von diesen Ablagerungsanzeichen auf eine nördliche Uferregion hingewiesen wurde. Wir konnten also schon aus der relativen Lage der beiden ostwestlich verlaufenden Hauptzonen die letzte auf das alpine Ufer die erste auf das Ufer des durch v. Gümbel vermutheten und auch zur Gewissheit erhobenen vindelicischen Continents beziehen. In unserem engeren Gebiete ist die vindelicische Facies in faunistischer, wie lithologischer Hinsicht auf folgende Punkte begründet, wobei zugleich die Gegensätze der alpinen Facies betrachtet werden.

1. Kreideablagerungen. Die nördliche Zone enthält die Gerhardsreuter- und Pattenauer Schichten. Die ersteren zeigen in einem nördlichen Strich der Zone den Hauptfossilienreichtum, ihre Mächtigkeit nimmt in einem südlichen Strich rasch ab; die Pattenauer Schichten sind desgleichen nur in der nördlichen Zone entwickelt und verschwinden nach Süden zwischen ihrer Unterlage und den Gerhardsreuter Schichten. Die faunistische Facies ist die einer litoralen im weiteren Sinne, wonach also der litorale Charakter der Ablagerung von Norden nach Süden verschwindet. Die Unterlage der Pattenauer Schichten sind Inoceramen-Mergel. Wo nun solche Inoceramen-Mergel auftreten, zeigen sie wenig litoralen Charakter und z. B. in der Gosauformation (obere Abtheilung) die Uebergänge zu mehr pelagischer, seetiefer Ablagerung; zugleich sind sie trotzdem dem alpinen Ufer (Nierenthal) direkt angehörig.

*) Ueber den Begriff der „alpinen" Facies vgl. besonders Vacek, J. d. k. k. geol. R. A. 1879.

Auch darf hier daran erinnert werden, dass sie in lithologischer Beziehung an die Mergel der alpinen Aptychenschichten der Jura und Neocoms sich engstens anschliessen und deren „alpine" Facies zum Verwechseln wiederholen (vgl. S. 96 Anm.).

Diese Kalkschlammablagerung, welche die Unterlage der Pattenauerschichten bildet, bezeichnet in der nördlichen Zone eine wenn auch nicht sehr tiefe, so doch dem nördlichen Ufer fernere Faciesentwickelung, auf welche die faunistisch mehr litorale Pattenauer Facies und endlich die etwas mehr litorale der Gerhardsreuter Schichten folgt; diese zeigt sich auch lithologisch in thonreicheren, kalkärmeren, feinkörnigen Sanden als mehr litorale Flachseebildung. Wir sehen also deutliche Hebungskriterien im Norden dieser Ablagerungen, welche nur auf ein vindelicisches Ufer bezogen werden können. Diese Hebungen konnten im Norden alle drei besprochenen Glieder der oberen Kreide trocken legen, weswegen wir hier das mittlere Eocän sowohl auf den Gerhardsreuter Schichten in unserem Gebiet, als auf Inoceramenschichten im Neubeurer Gebiet unmittelbar aufgelagert finden. Die Hebung drängte auch weitere cretacische Ablagerungen nach Süden vor, nämlich die der Hachauer Kreide, welche in einem Strich, der im Mitteleocän dem Beginn der Zone der Kressenberger Facies entspricht, über den Götzreuter Schichten auftritt; die Facies ist sehr ähnlich jener der darüberliegenden untereocänen Mergel und grobkörnigen Sandsteine. Besonders aus der Betrachtung der Zusammensetzung der letzteren wird auch für die Hachauer Schichten klar (vgl. unten), dass sie südlich von einer Art Steilrand des vindelicischen Ufers abgelagert wurden,*) welche Barre von den Götzreuter Schichten selbst gebildet wurde und südlich von der Adelholzener Zone mitten durch unser Gebiet verläuft.

Diese sehr gewaltige in zwei Stufen erfolgte Trockenlegung des weiten vindelicischen Bereichs der ganzen oberen Kreide hat auch eine Parallele in der oberen Kreide des wirklichen alpinen Ufers zunächst unserem Gebiete. Die Belemnitellenschichten um den ganzen Untersberg werden trocken gelegt und bleiben ohne marine Bedeckung bis ins oberste Eocän. Dieser cretacische Complex bis zu seiner scharfen oberen Grenze bildet nun in unserem Gebiete und weit darüber hinaus die Unterlage des Flysches, welcher nördlich unmittelbar an unsere vindelicische Zone grenzt. Die Facies dieser *Belemnitellen*schichten ist lithologisch und faunistisch ganz dieselbe wie die der *Inoceramen*-führenden Unterlage der Pattenauer-Götzreuter Schichten; nur die roth gefärbte obere Abtheilung weicht etwas davon in Färbung und Fauna ab. Da nun 1. eine obere rothe Abtheilung in den Inoceramenschichten der vindelicischen Zone n i c h t**) existirt, und 2. in dieser Abtheilung am alpinen Ufer Fossilien vorkommen, welche a) in den vindelicischen Inoceramenschichten nicht vorkommen, dagegen b) in den Pattenauer- resp. Götzreuter Schichten, so halte ich die obere rothe

*) Wenn wir die zuerst als Facies der Hachauer Schichten gedeuteten Glaukonitmergel mit *Haplophragmium* nach anderen wichtigeren paläontologischen Gründen nun zum untersten Tertiär rechnen, so fehlen in der Eisenärzter Zone bei Achthal die Hachauer Schichten, also noch im nördlichen Gebiet dieser Zone; es war die ununterbrochene Folge von Götzreuter Schichten und *Haplophragmium*schichten im Schnaitgraben, bei der Hinneigung der Fossilien zu cretacischen Typen, trotz der Genus *Aturia* ein Hauptgrund, diesen Complex zur Hachauer (Uebergötzreuter) Kreide zu rechnen.

**) Ein isolirtes Auftreten rother Thonmergel n ö r d l i c h von Götzreuter Schichten (vgl. S. 85—86) scheint sehr problematisch cretacisch; es sind dies vielleicht auch nur röthlich gefärbte Stockletten.

Abtheilung der Belemnitellenschichten für eine alpine Facies der Pattenauer- und Gerhardsreuter Schichten. Es giebt auch schon an der Südgrenze der Zone der vindelicischen Ausbildung Uebergänge zu der alpinen Facies. (Vergl. oben).

2. Flyschzone. Die Flyschzone ist in unserem Gebiete identisch mit der Zone der Verbreitung ihrer Unterlage, der rothen oberen Nierenthalschichten. Innerhalb dieser Zone, welche, wie es sich am Sulzberg deutlich zeigte, aus an einandergereihten Falten und Verwerfungscomplexen zusammengesetzt ist, lassen sich ostwestliche Zonen verschiedener Entwickelung erkennen, deren Unterschiede, wie wir vermuthen, auf wachsende Entfernung von den vindelicischen Zonen zu beziehen sind. Merkwürdigerweise fehlen in diesem, dem alpinen Ufer so naheliegenden Gesteine alle oder nahezu alle Beeinflussungen von Süden her. Dies ist aber auch für die Nierenthalschichten und die obere Gosauabtheilung der Fall. In der unteren Gosauabtheilung finden sich freilich Conglomeratmassen, zu einem grossen Theile sind sie aber durch die Erosions- und Abrollungskraft der in die tiefen Alpenthäler einbrechenden Meeresgewässer gebildet, zum anderen Theil als Einschwemmungen vom Lande her zu erkennen. Aehnliches gilt von cenomanen Ablagerungen, wo wir (vgl. oben S. 20) auch gelegentliche, sehr flyschartige Einlagerungen zu erwähnen hatten. Im östlichen Theile unseres Gebietes haben wir eine doppelte Flyschzone, diese zeigt wieder relative nordsüdliche Differenzen, welche innerhalb des ganzen Zonengebietes maassgebend sind für solche zwischen dem vindelicischen und alpinen Gebiet überhaupt (vgl. den Schluss von Cap. XXI.)

3. Die untereocänen Sandsteine. In der Eisenärzter Zone, welche dem oben schon erwähnten nördlichen Steilabfall nahe liegt, haben wir fast keine Schichten-Differenzirungen; ich führte dies auf den Rückstoss der anbrandenden Gewässer, den Abbruch aller gleichmässigen Strömungen zurück, welche nur gröberes Material hier zur Ablagerung kommen liess, die feineren Bestandtheile aber wieder ins Meer entführte. In einer südlich davon liegenden Zone haben wir den unteren Lithothamnien- und Kalksteinzug, der in dem grossen Gebiet weiter südlich nicht mehr auftritt. Statt dessen haben wir südlich und südwestlich davon die mächtigen unteren Glaukonitlagen mit einer ziemlich reichen Fauna; an der Grenze beider, besonders in Annäherung an das Lithothamnienlager viele Bryozoen und Cranien und einzelne Nummulitennester. In den Aufschlüssen der Sandnockzone fehlt dieses alles, wenn auch eine locale Trümmeranschwemmung von Molluskenschalen vorhanden ist (vgl. oben Cap. XIX); sie erscheint aber etwas isolirt in der grossen Masse von versteinerungsleeren Schichten, deren Facies sehr an Flysch erinnert (vgl. oben Cap. XX). Die Abnahme an allen möglichen Differenzirungen in der Sandnockzone, an denen die nördliche Kressenbergzone überreich ist, die lithologische Annäherung an die Flyschfacies weist auch auf ein nördliches Ufer hin. Innerhalb der Kressenberger Zone scheint nun hierfür wichtig die nordsüdliche Folge von Lithothamnien- und Glaukonitregionen, welche erstere die Nähe des nördlichen Ufers ankündigt, während der Glaukonit, zwar litoral, dennoch etwas grössere Uferferne verlangt. Auf das alpine Ufer können diese unteren Glaukonitmassen der Kressenberger Zone nicht bezogen werden; das Glaukonitvorkommen ist nicht zu trennen von dem Eisenoolith, und für beide fehlt jegliche Brücke nach dem alpinen Ufer.

Noch zu erwähnen ist, dass im Allgemeinen in den Sandsteinen die feinkörnigeren Lagen in der südlichen Sandnockzone, die grobkörnigen in der

nördlichen Kressenberger und Eisenärzter Zone vorwalten; in ersterer auch die ganz feinkörnigen thonigen Sandsteine und glimmerreichen Zwischenlagen und schwarze, schwachsandige Kalkbänke in grösserer Zahl auftreten, was im Kressenberger Revier nur andeutungsweise zu bemerken ist.

Die „Nummulitenzone" ist in dieser Zonenerklärung nicht leicht in natürlicher Weise einzufügen; sie ist aber jedenfalls im Zusammenhang mit dem litoralen Charakter der südlich sich daranschliessenden Steingrabenfauna vielleicht als die Folge einer insularen Unregelmässigkeit des Meeresbodens im südlichsten Bereich der vindelicisch-pelagischen Meeresregion zu verstehen. Wir haben in einem einzigen Aufschluss dieser Zone den Anschluss für die Achthaler Sandsteingebilde gesucht; wir behandeln diese aber eigens, weil die Zugehörigkeit zu den untereocänen Sandsteinen nicht über allem Zweifel steht; dies ist sehr zu bedauern, weil diese Achthaler Sandsteine ein unzweifelhaftes Flyschaequivalent darstellen, dessen Orientirung in der Eocänserie zugleich die direkte Lösung der Flyschfrage in sich birgt.

In jeder Hinsicht zeigt sich also im Kressenberg-Eisenärzter Zonenrevier die grössere und grösste Annäherung an ein nördlich gelegenes Ufer.

4. Die Achthaler Sandsteine. Wie auseinandergesetzt schliessen sie sich petrographisch engstens an die zwei südlichsten Zonen der Grenzsandsteine des Kressenberg-Sandnockgebietes an, besonders an die kalkarmen, fossilleeren, kohlige Reste führenden, glimmerreichen Sandsteine im Liegenden der eigentlichen mitteleocänen Sandnockschichten; sie treten in nordöstlichem Weiterstreichen dieser Zonen auf, scheinen nicht nur tektonisch östlich vorgerückt, sondern es scheint die Facies selbst nach NO. über die Faciesgrenzen in den Kressenberger Schichten (vgl. das Liegende des Jobstenbruches zunächst Neukirchen) überzugreifen. Das Liegende bilden rothe Thonmergel, welche ich für die obere Abtheilung der Nierenthalschichten halten möchte. Das Hangende ist leider nirgends erhalten.

Diese Sandsteine liegen tektonisch im Weiterstreichen der Kressenberg- und Sandnockzone, welche zwar durch eine Querverwerfung von ihnen getrennt sind, aber doch eine gewisse petrographische Bezugnahme gestatten.

Das Wichtigste hierbei ist aber, dass diese Sandsteine unter allen Umständen für ein Flyschäquivalent gelten müssen und zwar für eine reine Sandsteinausbildung des Flysches; Taonurus und Chondriteneinschlüsse fehlen den ganz kalkarmen Sandsteinen nicht, ebensowenig brecciöse Lager, welche besonders im Westen nördlich Teisendorf zu gewaltigen Bänken mit grossen Geschieben anschwellen. Die Geschiebe sind nicht alpin, ähneln aber im Allgemeinen sehr den in den Reiselsberger Sandsteinen des Flyschs vorkommenden Gesteinen; nur sind sie in den nordöstlichen Achthaler Conglomeraten vielfältiger, zahlreicher, bedeutend grösser, weniger zersetzt und abgerollt; ausserdem zeigen sich hier mehrere solcher Conglomeratlagen, von denen einzelne nach Süden zu sich auszukeilen scheinen.

Im südlich davon gelegenen eigentlichen Flyschgebiet sind nun die Reiselsberger Sandsteine auch ziemlich grobkörnig, aber lange nicht so, wie die sonst ganz gleichartig beschaffenen Conglomerate der Achthaler Sandsteine; die stark zersetzte Zwischenmasse zwischen den kleineren, stärker zersetzten, abgerollten und weniger mannigfaltigen Geröllstückchen ist viel überwiegender und es liegen überhaupt nur einige, nicht sehr mächtige Lagen vor. Diese Momente beweisen — da die Berechtigung der Bezugnahme der beiden Ablagerungs-

zonen ausser allem Zweifel steht — dass die nördliche derselben die entschiedener litoralen Anzeichen hat, wie wir auch schon betonten, dass die südliche in Bezug auf den alpinen Continent keine eigentlich litoralen Charaktere trägt. Wenn wir nun noch bedenken, dass alle Mergel- und Kalkbildungen in der nördlichen Zone fehlen oder auf ein sehr geringes Maass beschränkt sind und dass die Achthaler Sandsteinzone (durch die Adelholzener Zone von Norden begrenzt) vollständig im vindelicischen Bereich liegt, so wird auch hier das vindelicische Ufer als die für alle südlichen Ablagerungen eigentlich massgebende Region festgestellt.

Wir wollen nun nicht verhehlen, dass die eine Annahme, die Achthaler Sandsteine bildeten einen Uebergang der untereocänen Sandnockgebilde zu dem südlicher gelegenen Flysch und die andere, dass sie nordwestlich der vindelicischen Facies angehören, nur durch die Möglichkeit einer fast diagonalen Faciesdurchkreuzung im Untereocän miteinander zu vereinbaren sind. Wir haben nun oben S. 90, 4. mehrere Punkte scheinbaren nordwestlichen Faciesübergreifens erwähnt, wollen ihre Deutung aber wegen der immerhin zu isolirten Aufschlüsse nicht definitiv behaupten. — Auch ist noch zu bedenken, dass in dem grobkörnigsten Auftreten typischer untereocäner Sandsteine im Norden und im Süden nirgends auch nur ein einziges der die conglomeratigen Lagen der Achthaler Sandsteine charakterisirenden und auch die Reiselsberger Sandsteine kennzeichnenden Geschiebe beobachtet werden konnten. In einem Faciesgebilde, das nur petrographisch gedeutet werden kann, ist aber dieses Fehlen immerhin von einiger Bedeutung und ist uns daher ihre Stellung noch recht problematisch. Doch das dürfte ausser Zweifel stehen, dass sie in irgend einer Weise in der Eocänserie vindelicischer Facies unterzubringen sind.

5. Die mitteleocänen Ablagerungen. In ihren unteren Lagen haben wir im Rothflötz neben und mit der Hauptmasse des rothen Erzes auch die grobkörnigsten Sandsteine mit vereinzelten, nicht sehr abgerollten grossen Quarzgeröllen zu erwähnen, welche Erscheinungen in den südlichen Längszügen fehlen. Mit dem Erz vergesellschaftet ist besonders vereinzeltes Retinitvorkommen und das Auftreten von Haifischzähnen. Die Conchylienfauna hat nördlich ihre grösste Stärke und südlich ist ein Rothflötz weder durch das Erz noch durch Conchylien, noch durch irgend ein anderes Merkmal aus der gleichartigen Reihe mittelkörniger Sandsteine kartistisch auszuscheiden; nur seine obere Grenze ist durch die Mittelschichten bezw. durch die Lage mit incrustirten rothen Knollen gekennzeichnet.

Die Mittelschichten zeigen in der Kressenberger Zone in einem nordöstlich-südwestlichen Strich die grobkörnigsten und am meisten Erz führenden Lagen. In parallelen Strichen derselben Zone, aber mehr nördlich gelegen, laufen die grossen Conchylienansammlungen und kleine Kohlenläger; alle diese auf die Nähe des Continents deutenden Merkmale verlieren oder verschwächen sich bedeutend nach Süden zu. Die Farbe der schwarzgrünen Erzansammlungen im Norden wird zugleich mit Verminderung des Erzes selbst nach Süden zu roth, welche höhere Oxydationsstufe desgleichen auf Entfernung vom nördlichen Ufer zurückgeführt werden kann. Nicht zu vergessen ist auch hier ein ganz gleichmässiges Auftreten und Abnehmen von kleineren Glaukonitmergel- und Sandlagern, wie wir es in den untereocänen Grenzschichten oben erwähnt haben und deren Bedeutung sich hier vollständig wiederholt.

Das Schwarzerz zeigt in dem nördlichen Revier eine nicht unbedeutende Wirbelthierfauna, in welcher Krokodilreste nicht selten sind; dies und die ganze übrige Fauna schwindet nach Süden zu fast ganz; statt des Schwarzerzes findet sich ein brauner fossilarmer Sandstein. Ganz merkwürdig sind die für die Deutung der Vorgänge bei der Erzbildung wichtigen (vgl. Cap. XV) mit Erz incrustirten Faunen und Gesteinsknollen in der nördlichen Zone (Eisenärzt-Kressenberg); sie beweisen eine Zerstörung und Demolirung von Fossilien und Gesteinsentwickelungen unmittelbar tieferer Schichten und zwar in einer Ausbildung, wie sie nur in den nördlichsten Zonen gleich oder ähnlich zu beobachten sind, dagegen in den südlichen Zonen ganz abweichend oder gar nicht auftreten; dies ist auch eine sehr schlagende Thatsache für die Nähe der nördlichen vindelicischen Uferregion, man mag die Ursache dieser Zerstörungserscheinungen annehmen, wie man will. Mag eine Hebung des Ufers mit gewaltsamer Zerreissung der litoralen Lagen eingetreten sein oder nur ein Zurückweichen der Gewässer, durch welches mehr pelagische Sedimentationsgebiete in den unmittelbaren Bereich der litoralen Brandungszerstörung geriethen, immer bleiben die Thatsachen, dass die incrustirten Bildungen von N. nach S. zu abnehmen und dass sämmtliche Gesteinsentwickelungen, welche die Materialien zu den incrustirten Knollen geliefert haben, nur in dem nördlichen Gebiet und nirgends südlich (süd-westlich oder süd-östlich) zu beobachten sind, beweisend für ihre nördliche bezw. nordöstliche Provenienz und daher für die Annahme einer nordöstlich von unserem Gebiet liegenden Zerstörungszone; sie können daher unter keinen Umständen „alpin“ genannt werden.

Das Hangende des Schwarzerzes im Kressenberger Revier, welches nach der Mächtigkeit und besonders nach seiner Fauna sowohl den oberen Kalken der Eisenärzter Zone, als der ganzen Ablagerung der Adelholzener Schichten (als Par. Id., May.-Eym) entspricht, ist in Folge davon ganz besonders merkwürdig. Da das Adelholzener Nummulitenlager ohne Unterlagerung von unterstem Parisian und Untereocän unmittelbar auf oberster Kreide aufruht und diese Lage nur in einer fast continuirlichen Zone nördlich von der Zone der geschlossenen untereocän-mitteleocänen Schichtenreihe (gleiches gilt auch für die Nummulitenregion bei Neubeuern) statt hat, so muss zur Zeit des oberen Parisian eine Transgression über ein nördliches vorher vom Meer des unteren Mitteleocäns nicht bedecktes Gebiet stattgefunden haben. Diese Transgression ist ein weiterer Schritt der wieder eingetretenen Ueberschwemmung des (?) ganzen zur Zeit der allerobersten Kreide und des Untereocäns trockengelegten Bodens der alpinen Maestricht-Kreide. Da diese Transgression nun den Eintritt einer ganz eigenartigen petrographischen und faunistischen Facies unserer oberen Mitteleocänschichten in einer nur wenig unterbrochenen nördlichen Zone verursacht und sich scharf getrennt hält von der Ausbildung der oberen äquivalenten Lagen der Eisenärzt-Kressenberger Zone, so ist anzunehmen, dass mit der Transgression ein ganz eigenartiges Ablagerungsgebiet geschaffen wurde, welches nach den südlicheren Zonen keine Abstufungen besitzt. Das Verhalten des Adelholzener Nummuliten-Lagers ist auf weite Strecken hin ein ganz ausserordentlich gleichmässiges; es ist fast nur organogen und das beigemengte, schwache, fein mergelige Bindemittel zeigt vollständige Abwesenheit aller nur einigermassen gröberen Bestandteile; die Fossilien selbst haben keine Anzeichen nennenswerthen Transports, kurz es zeigt sich uns hier eine Ablagerung in ganz flachem Wasser ohne alle Strömung;

hierbei treten unter den selten vorkommenden Conchylien nur streng litorale Formen auf.

Der Gegensatz zu der südlich folgenden Eisenärzter Zone ist bedeutend. Dieselben Schichten sind hier als ein fester Detritus-Kalk entwickelt; seine Bildung fand mittels Betheiligung gewaltiger Schlamm- und schon eingemengter Sandströmungen statt, welche letzteren nun in der Kressenberger Zone überwiegen. Zwischen beiden letzten Zonen sind lithologisch und faunistisch deutliche Uebergänge, zwischen der Adelholzener und Eisenärzter Facies nur vereinzelte und verschwindende (Wollsberggraben.) Daher muss man annehmen, dass die zur Zeit des Adelholzener Nummulitenlagers überschwemmten flachen Gebiete der oberen Kreide unmittelbar vorher mit einer wirksamen Steilküste dem südlichen Meer mit seinen starken Strömungen entgegengestanden haben. Diese Küstenstufe scheint schon während der Hebung der oberen Kreide gebildet worden zu sein, da die Hachauer Schichten erst südlich der Küsten-Terrasse erscheinen und dann erst wich das Kreide-Meer aus dem vindelicischen Bereich ganz zurück. Sie musste auch noch als eine submarine Barre zur Zeit der Ablagerung der Adelholzener Schichten den mehr pelagischen Strömungen entgegenstehen und deren schroffen Unterschied gegen die obere Abtheilung der Eisenärzter Schichten verursachen.

Darnach zieht eine Küstenlinie, welche während des untersten Mitteleocän und oberen Untereocän bestand, in ostwestlicher Richtung mitten durch unser Gebiet, und wir erkennen sie noch bei Neubeuern am Austritt des Inns aus den Alpen. Wir sehen so ein alpines Ufer und ein vindelicisches Ufer in ausserordentlicher Weise einander nahegerückt und können hieraus ungefähr das Maass der Zusammendrückung ermessen.

Es ist nun nicht anzunehmen, dass das neue Ufer zur Zeit des oberen Mitteleocäns von dem älteren sehr weit entfernt war, und werden wir später ungefähr feststellen können, wo auch diese neue Grenze zu suchen ist.

Wenn auch alle im Vorhergehenden angeführten Gründe zu der Annahme einer im Norden unseres Gebietes vertretenen vindelicischen Uferfacies nichts besagten, so würde die eben dargestellte einzige Thatsache genügen, um sie ausser aller Zweifel zu stellen.

6. Die obereocänen Stockletten und der Granitmarmor. Auch diese Ablagerungen liefern uns in Bezug auf das vindelicische Ufer gleichsinnige Angaben wie die vorhergehenden Punkte. Der Granitmarmor ist in einer nördlichen Zone am mächtigsten; die Lithothamnien sind in ihr am grössten und am wenigsten fragmentarisch; in einer südlichen Zone (vgl. bes. das Vorkommen südlich vom Kressenberg und Sandnock) nimmt aber das ganze Lager sehr an Mächtigkeit ab und zugleich seine Bestandtheile an Grösse; es zeigt sich schliesslich südlich nur eine schwache Bank aus kleinen Körnchen zerriebenen Materiales. Die Schönecker Kalksteine im Siegsdorfer Gebiet, welche nur aus gänzlich zerriebenem organogenen Material bestehen, nehmen mit Abnahme des eigentlichen Granitmarmors von NNO. nach SSW. zu (vgl. die Lage des unteren Lithothamnienlagers vor dem Jobstenbruch im nordöstlichen und der gelben aus einem Grus von Lithothamnienfragmenten bestehenden Kalksteine des Rothflötzliegenden im südwestlichen Theil des Kressenberger Reviers).

Ein zweiter Punkt ist wichtiger; wir haben im Granitmarmor das Vorhandensein mitteleocäner *Nummuliten* auf sekundärer Lagerstätte nachgewiesen; diese *Nummuliten* können ausser einem Exemplar nur aus der Adelholzener Facies

stammen, welche daher das Ufer für das obereocäne Meer gebildet hat; auch Gerölle von Götzreuter Mergel im Granitmarmor beweisen dasselbe, nur diese konnten, im Norden unter den Adelholzener Schichten ausstreichend, vom Meer unmittelbar bespült werden. Dass auch im Granitmarmor vom Hammer ein *Numm. distans* mit eingedrückten Eisenerzkörnchen gefunden wurde, zeigt nur, dass das Priabona-Meer nach der Trockenlegung zur Bartonzeit von Süden nach Norden über den südlicheren alten mitteleocänen Meeresgrund transgredirte.

Es lässt sich also im Norden unseres Gebietes nicht nur in einer auffälligen Transgressionserscheinung das Durchstreichen einer nördlichen Uferlinie nachweisen, sondern es zeigen alle erwähnten Momente eine Abnahme aller ächt litoralen Charaktere von Norden nach Süden. Entgegengesetzte Daten liegen eigentlich keine vor; es fehlen ja sogar in der südlichen unmittelbar an den Alpenrand angelagerten Zone die Anzeichen der Einwirkung eines alpinen Ufers und lassen sich sogar für den Flysch selbst nördliche Vorzonen feststellen, in welchen in den Achthaler Sandsteinen die vindelicisch litoralen Anzeichen gegenüber dem südlichen, eigentlichen Flysch bei weitem überwiegen. Auch in den Nierenthalschichten, welche um den Untersberg herumgelagert ihrer eigentlichen Strandlinie sehr nahe liegen, fehlen alle derartigen Anzeichen, wie sie in den Breccien der Gosau-Unterlage, die weit tiefer in die Alpenbuchten eingriff, wohl vorhanden sind. Es verlangt diese Erscheinung eine eigene Erklärung. Ausser der Bucht bei Reichenhall scheint nun überhaupt das Obersenon (*Belemnitellen*-Kreide) nicht in Buchten der Nordalpen eingedrungen, sondern meist ausserhalb derselben abgelagert zu sein; wir finden keine Stelle mehr, wo es südlich vom Flysch in normaler Anlagerung an das ältere Gebirge auftritt; es ist also hier nur jene Uferlage in der gewaltigen Verwerfungskluft zwischen diesem und dem Flysch verschwunden; es ist aber wohl kein Zweifel, dass hier nicht so wesentliche Flächen seiner Ausdehnung (zugleich mit Flysch) eliminirt worden sind, dass man nicht sagen könnte, dass eine eigentliche Uferbildung, welche nennenswerthe Zerstörungsmaterialien aus den Alpen berge, für diese Schichten ebenso wenig vorhanden sind, wie in der Reichenhaller Bucht. Wir müssen also annehmen, dass die sie bildenden Schlammmassen an das alpine Ufer angeflötzt wurden, ein Resultat, das auch mit den obigen (vgl. S. 95 und 98) bezüglich des Flysches übereinstimmt.

Wir hätten darnach von Norden oder Nordosten kommende Anströmungen an das alpine Ufer und müssten demnach auch in der nördlichen Zone ähnliche Strömungen nachweisen können. In der letzteren Zone herrschen hauptsächlich die gröberen klastischen Materialien und in deren Ablagerungen haben wir Gelegenheit, die Abstufungen studiren zu können, welche auf Stromrichtungen schliessen lassen. Im Allgemeinen haben wir die öfters die tektonischen Ost-West-Züge kreuzenden Ablagerungsstriche (in NNO.-SSW. verlaufend) zu erwähnen. Unter diesen ist besonders das untere Lithothamnium-Lager zu erwähnen, das in der Richtung NNO.-SSW. allmälig in einen Lithothamnium-Trümmerkalk übergeht, der wieder nach Süd-Westen zu ganz verschwindet.

Aehnlich verhält es sich mit den Conglomeraten der Achthaler Sandsteinzone; in der Richtung Markt Teisendorf-Achthal nehmen sie ebenso in den mannigfachsten erwähnten Anzeichen in dem Sinne ab, als ob die nordöstlichen Lagen am wenigsten stark und lange transportirt, am wenigsten differenzirt seien, als ob auch die süd-süd-westlichen zwar derselben Strömung angehörten, dagegen von ihr bei längeren Verlauf in jeder Beziehung am meisten

reduzirt seien. Wenn man hierzu noch die Sandnockfacies der untereocänen Grenzsandsteine nehmen darf, so haben wir eine weitere westliche und südwestliche Abstufung und Abschwächung einer Ablagerung von NO. nach SW. zu, deren hervorragender Ausgangspunkt in unserem Gebiete ganz im Nordosten gelegen ist. Eine ähnliche Sedimentationsvorstufe, die nach der vindelicischen Uferseite zu gelegen ist, zeigt, wie erwähnt, der Flysch selbst südlich von der Achthaler Sandsteinzone, also auch von Norden nach Süden gerichtet.

Es hat also den Anschein, als ob starke, mehr pelagische Strömungen in dem immerhin breit zu denkenden alpin vindelicischen Meeresarm von Nord-Osten her eingetreten seien und im Allgemeinen so längs dieses Armes verliefen, dass deren Hauptkraft mehr in der nördlichen Region wirkte; diese Strömungen müssten aber eine Ablenkung nach Süden erlitten haben, so dass auch diagonale Abströmungen nach dem alpinen Ufer zuliefen, deren Ablagerungszone daher zur Zone der feineren, sandigen, kalkigen und thonigen Schlammtrift wurde. Dann müsste das alpine Ufer ein Flachgebiet beständiger gleichmässiger Senkung gewesen sein, nach dessen Feld diese Abströmungen stattfanden; vielleicht gilt dies nur für viele der älteren Ablagerungen alpiner Schlammfacies, und man ist versucht, das Vorwalten der Ammoniten in dieser Zone nach Joh. Walthers Ansicht auf eine planktonische Trift nach dem alpinen Ufer zu zurückzuführen. Vielleicht dass, statt der diagonal verlaufenden „alpinen Ablenkung", den vindelicischen Strömungen zurückstossende Kräfte von der alpinen Seite her entgegengewirkt haben, welche eine breite gleichmässige Zone gestauter Gewässer erzeugten; solche Wirkungen konnten von submarinen Erhebungen ausgehen, welchen auf der alpin pelagischen Seite sehr flache Gebiete der Ablagerung entsprachen, welche zugleich Ursache waren, dass die Einströmungen sich in den jedenfalls tieferen Gebieten der vindelicischen Seite hielten; dies scheint mir das Wahrscheinlichste.

Wenn nun mitten durch die nördlichste Zone der Kreidelagen ein unter- und mitteleocäner Strand verläuft, welcher durch eine Senkung im oberen Parisien weithin unter Wasser gesetzt wurde, so haben wir schon oben bemerkt, dass grosse Wahrscheinlichkeit vorhanden sei, dass das neue Ufer nicht zu weit von dem alten entfernt nach N. hineingerückt sein könne. Wie nämlich die grosse Verwerfungslinie, welche in Bayern die Flyschzone nach Süden abgrenzt, als eine gewaltige Störungskluft aufgefasst werden muss, welche ungefähr dem alten obersenonen Ufer und der wohl etwas davon nach Norden vorgeschobenen alpinen Ablagerungsgrenze des Flysches entspricht, und wie in dieser eben die Uferpartieen ganz verschwunden sind, so glaube ich, dass die Verwerfungserscheinungen zwischen Molasse und den Kreide-Eocängebieten in ähnlicher Weise aufgefasst werden müssen; sie fanden längs einer praetongrischen Bruchlinie statt, welche ungefähr der Uferlinie einerseits der Molasse nach Norden, andererseits des Alt-Tertiärs nach Süden entspricht und in welcher der südlichste Rand des vindelicischen Continents, vielleicht noch mit anhängenden Schollen der oberen Kreide, nach Ablagerung der infratongrischen Nummulitengebilde verschwunden ist.*)

*) Für die Schweiz ist eine andere Anschauung über die Anlagerung von Molasse und Alttertiär von Dr. C. Burckhardt vertreten worden, worauf wir im letzten Capitel zurückkommen.

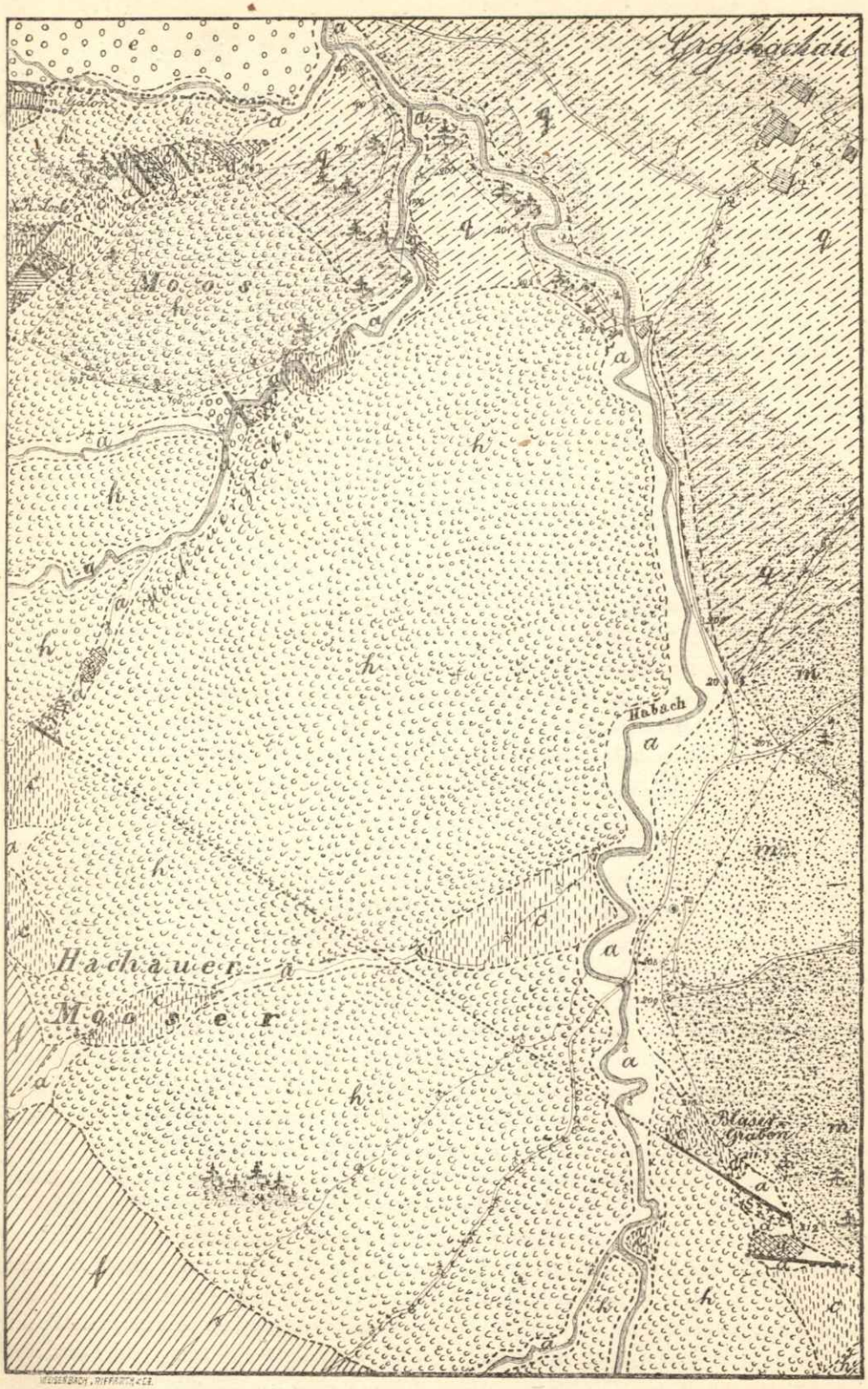
Cap. XXIII. Die Tektonik des Gebietes.

Zwischen Bergen und Siegsdorf haben wir eine unmittelbare Anlagerung der Molasse an das Eocän, welche in den Stockagräben aufgeschlossen, sich deutlich als Verwerfungskluft kennzeichnet, in welcher Granitmarmor eingeklemmt ist; das südlich davorliegende Gebiet zeigt in ostwestlich verlaufenden Längszügen einen nördlichen Complex von oberer Kreide, Mitteleocän und Obereocän, welches letztere gegen einen davorliegenden Zug von oberer Kreide mit einer Längsverwerfung abgesetzt ist. Dieser bildet das Liegende einer südlich darauf folgenden Eocän-Mulde, worauf ein Kreide-Sattel folgt; ihr Kreidekern ist aber in seiner Mächtigkeit sehr stark reducirt, so dass kein Zweifel ist, dass auch hier eine Längsstörung hindurch zieht. Ein weiterer Bruch trennt das Mitteleocän dieses Sattels von der liegenden Kreide des darauffolgenden Längscomplexes mit Mittel- und Obereocän im südlichen Hangenden.

Eine Querverwerfung südöstlich von Adelholzen ist aus dem Eocänauftreten östlich bei Alzing geschlossen, welches in keiner Weise in die Züge westlich der Störungslinie hineinpasst; sie ist combinirt mit einer quer laufenden Verwerfung, welche den Fürberg durchzieht und in Jura und Trias verschwindet; in ihr scheint auch die Erosion der Bergen-Hausener Ebenung nach Osten ihre Grenze gefunden zu haben.

Eine Kreide-Eocän-Mulde scheint auch in dem Aufschluss auf dem Weg Siegsdorf-Venusberg-Mariaeck vorzuliegen, deren westliches Fortstreichen auch die Unterlagerung der Götzreuter Schichten durch die Pattenauer Mergel zeigt. Darauf ist südlich ein breiter Complex obereocäner Stockletten mitten in mächtigen Kreidecomplexen eingekeilt.

Von den zwei südlich davorliegenden Nierenthalmassen zeigt wenigstens die nördliche in ihrem Hangenden typische oberste Kreide in vindelicischer Facies. Die Götzreuter Schichten im Hangenden der südlicheren Masse sind fraglich, möglicherweise sind es schon tertiäre Schichten. Auch diese sind wieder in einer grossen Längsverwerfung gegen die Nierenthalschichten im Liegenden des Fürberg-Flyschzuges abgesetzt. Dieser Flyschzug grenzt in einer Längsverwerfung an die Rauchwacke des triassisch-jurassischen Hinterlandes. Der erste Rauchwackenzug ist ganz isolirt, darauf folgt ein stellenweise etwas gestörter Hauptdolomit-Rhät-Jura-Sattel, an welchen der grosse Rauchwackenzug des „Rabensteins“ in Verwerfung anstösst; er scheint die Basis einer Dolomit-Jura-Mulde zu bilden, welche ausser den Grenzen unserer Karte liegt. Das Thal der weissen Traun zeigt am linken Ufer gleich oberhalb Siegsdorf die Fortsetzung der Bergener Molasseanlagerungslinie, hier sind es Obereocän, Mitteleocän und Kreide, welche in N.-S.-Folge anlagern. Erst unterhalb Höpfling beginnen die Aufschlüsse wieder mit einer zuerst normalen N.-Südfolge von Obereocän, Mitteleocän und Kreide, welche in Verwerfung an Obereocän anstösst. Da diese Folge (Ostseite des Scharhamer Bergs) nicht mit jener auf der Westseite zusammen zu stellen ist, so machen sich schon hier die nordsüdlichen Traunthalstörungen bemerkbar. Die auffälligste Störung hier ist die Einsenkung des Eisenärzter Mitteleocäns inmitten des Nierenthalschichtengebietes mit einem Einfallen nach der Traunthalung.



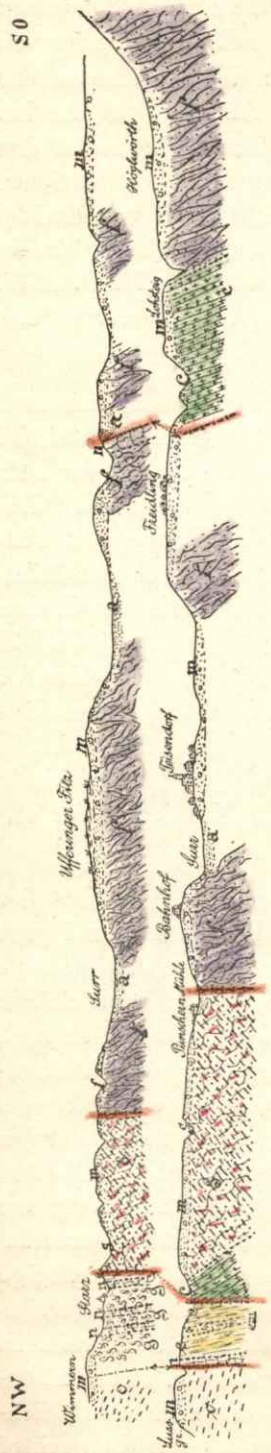
Das Hachauer Einbruchsgebiet.

Das Gebiet Siegsdorf-Sulzberg zeigt im westlichen Theil so ziemlich eine Wiederholung der eben besprochenen Verhältnisse. Im nördlichen Abschnitt machen sich zwei Querverwerfungen bemerkbar, von denen die eine bei Schoeneck ein westöstliches Zusammenstossen von gleichartig streichenden Complexen von Obereocän und Nierenthalschichten zeigt und südlich davon deutlich eine Strecke weit den Rand der diluvialen Traunthalung bedingt hat. Auch die östliche hat schon J. Böhm festgestellt. Die beiden Verwerfungslinien bedingen in den Molbertinger Gräben eine starke nördliche Abbiegung vom ostwestlichen Streichen; wir haben hier von NNW. nach SSO. die Reihenfolge von Kreide, Mitteleocän, Obereocän (Verwerfung), Kreide, Mitteleocän (Verwerfung), Kreide (Verwerfung), Obereocän. Diese Längsverwerfungen laufen nun NNO.-SSW. und ist eine davon schon von J. Böhm beobachtet, aber als Querverwerfung aufgefasst worden.

Der Flysch des Fürbergs ist kein ganzes Massiv; es lassen sich zwei grössere Längsverwerfungen nachweisen, welche seine Mächtigkeit zerstückeln. Die eine Verwerfung bei Mooswinkel lässt sich leicht als Fortsetzung der südlichen Verwerfungsgrenze der Eisenärzter Eocäneinsenkung erkennen. Die zweite am Brombühl W. Hörgering ist eine Fortsetzung der N. vor dem Fürberg herziehenden Verwerfung, welche auch südlich Eisenärzt durch den Bahnbau blossgelegt wurde. Das östliche Abbrechen der am Hörgeringer Graben anstehenden Hachauer Schicht spricht für eine Querstörung, welche jedenfalls den Steilabbruch der Nierenthalschichten bei Bucheck und so auch hier die Richtung des oe. diluvialen Traunufers bedingt hat. Die Gesammtheit dieser Ein- und Abbrüche nach und entsprechend der Thalung der weissen Traun haben bewirkt, dass die nördlich vom südlichsten Flysch-Nierenthalcomplex ziehende Verwerfung nach dem Schöneck nördlich vorgeschoben ist und hier ostwestlich nach dem Lechnergraben zu verläuft.

Von diesem Punkt an beginnt ein zweites Versenkungsfeld, welches der Thalung der rothen Traun angehört. Am Lechner selbst rückt der Flysch ausserordentlich stark nach NO. vor, um östlich sehr scharf nach SO. gegen die Nierenthalschichten, welche hier auch hoch emporgehoben sind, zurückzuweichen; es ist dies eine ziemlich deutliche Ueberschiebungserscheinung von Süden nach Norden. Demgemäss hat nun auch die Fortsetzung der Fürberg-(Schöneck-Lechnergraben-)Verwerfung eine total veränderte Streichrichtung; sie verläuft vom Hachauer Graben — Blaser Graben in der Richtung nach Scheibleck in NW. — SO., also ganz in der Richtung der Rothe-Traun-Thalung. Dieselbe Streichrichtung haben im Hachauer Graben und Katzenloch Graben eine grosse Anzahl kleinerer Aufschlüsse von oberer Kreide, Untereocän und Obereocän, welche in dem beigefügten Kärtchen S. 106 detaillirt sind; es sind das geringfügige Auftreten der einzelnen Glieder, welche durch die einem solchen Einbruch auf so engem Gebiet entsprechenden vielfachen Längsverwerfungen sehr stark reducirt sind. Nordöstlich davon haben wir ein Auftreten von Mitteleocän in der Eisenärzter (Galon) und Kressenberger Facies (Katzenloch) in ostwestlicher Streichrichtung; sie sind in einer Querverwerfung gegen die Katzenloch-Anstehen scharf abgesetzt und ohne Fortsetzung jenseits des Lechner (woran auch die Lechner-Querverwerfung schuld ist); eine ostwestliche Längsverwerfung nördlich vom Galon schneidet den NW.—SO. streichenden Complex nach Norden ab.

Im Wollsberg-Graben haben wir nun SO.—NW. = Streichen, ähnlich wie im Molbertinger Graben; das erwähnte Hachauer Einbruchsgebiet setzt hier nicht durch, sondern es scheinen seine Störungen östlich von der Traun zu verlaufen. Dafür spricht, dass die obereocäne Masse zwischen Galon- und Wollsberggraben offenbar auf die Aufschlüsse vom Hammer zuläuft und diese Masse erst im Riedlbach in einer Querverwerfung gegen Nierenthalschichten absetzt; letztere Verwerfung läuft auch parallel dem Rothe-Traunthal über Mauer vom Mühlgraben im Südosten her nach dem Riedl herüber; diese Querstörung, die der Streichrichtung des Katzenlochgrabensystems parallel ist, wurde in der Karte gegen St. Johann fortgesetzt, da auch hier die Verhältnisse diesseits und jenseits der rothen Traun sehr verschieden sind.



Wir kommen nun zum Kressenberger Gebiet. Wir haben hier zwei durch Kreidemergel getrennte Hauptzonen mit Obereocän im Hangenden; hier lassen sich keine Mulden und Sättel nachweisen: alle mitteleocänen Einzelzüge sind durch Längsverwerfungen getrennt. Die Einzelzüge werden selbst wieder durch schiefe Querstörungen von einander gerissen, welche in verschiedenen Regionen auftreten und, wie der Bergbau lehrte, auf einander senkrecht stehen. Das „Hakenwerfen" der Flötze ist eine Biegungserscheinung an solchen schiefen Querverwerfungen, in deren Umgebung die Flötze stark zertrümmert sind; sie lassen auf seitlichen Druck in der Richtung des Streichens der Flötzebenen schliessen; dieser Druck kann von Verschiebungen auf grösseren Querverwerfungen herstammen. Eine solche ist z. B. das Traunthal-Verwerfungsystem und die Verwerfung, welche östlich das Flötzgebiet mit dem Ulrichsflötz an der sog. „gelben Sandsteinwand" gegen die Eisenärzter Facies des „Leitenzugs" absetzt; es ist ganz natürlich, dass derartige Quererscheinungen auch starke Druckwirkungen seitlich ins Streichen ausüben müssen. Die zuletzt erwähnte grosse Querverwerfung schneidet auch im Sandnockgebiet die Eocän-Schichten nach Osten ab.

Das Obereocän des Sandnockzugs stösst gegen Nierenthalschichten ab, welche aber auch hier nicht unmittelbar den Flyschzug unterlagern, sondern erst einen schmalen Streifen untereocäner Sandsteinschichten enthalten, dieser liegt also im Hangenden der nördlichen Hälfte und dessen Hangendes (das von ihm durch Verwerfung getrennt ist) bildet erst das Nierenthal-Liegende der Flyschs vom Teisenberg. Wir haben also hier die Fürberg-Lechnerverwerfung, welche auch jenseits des Sandnockrückens auf dem Weg vom Sandnock nach dem Schwarzberggraben

noch aufgeschlossen ist. In der Fortsetzung dieser Verwerfung erscheint nach Osten zu schon im nächsten Atzelbach-Graben ein Flyschcomplex, der gleichfalls zwischen zwei Nierenthalzügen liegt, wovon der südliche ins Liegende des Teisenberg-Flysches gehört, wie dies die Aufschlüsse bei Höglwörth beweisen. Die Verwerfung ist also mit grosser Sicherheit vom Schwarzberggraben über Wildberg, Spittenreit und Klötzel am Fusse des Teisenbergs festgelegt; ihre geradlinige östliche Fortsetzung trifft auf das mittel-eocäne Anstehen bei der Leitenbach-Mühle, vor dem nördlich und südlich Flysch auftritt. Es scheint also, dass diese grosse Fürberg-Lechnergraben-Verwerfung hier ausläuft und ungefähr den Verlauf der eingezeichneten Störungsrichtung hat.

Wenn man desgleichen die nördlichen Grenzen des Flyschs und der Kreideaufschlüsse des Schwarzberg-Seitengrabens, des mittleren Atzelbachs, unteren Vorderrissgrabens bei Achthal mit einander verbindet, so erhält man eine Linie, deren Fortsetzung die Grenze der Achthaler Sandsteine und des Freidlinger Flyschs bei Moosen-Teisendorf bildet. Trotz der Ueberdeckung lässt sich also hier die Störungsrichtung recht wohl annähernd bestimmen.

In dem nördlichen Gebiet Achthal-Oberteisendorf haben wir zwei Eocän-Zonen durch eine breite Masse von oberer Kreide getrennt; genauere tektonische Angaben sind hier unmöglich; nur die Eisenärzter Zone erlaubt einige Feststellungen. Der südliche Zug des Mitteleocäns Vorderleiten-Gierstling ist ganz normal, der nördliche (Teisendorfer Brüche) zeigt aber das Fehlen der oberen Hälfte des Mitteleocäns, so dass hier eine Verwerfung zwischen Obereocän und Mitteleocän vorliegt; diese ist in der Karte falsch nach Südwesten fortgesetzt eingezeichnet, während sie westlich am Südrand der drei weiteren Aufschlüsse von unterstem Mitteleocän und Untereocän (unter s. in der Karte) verlaufen sollte.

Eine Querverwerfung lässt bei Achthal die Achthaler Sandsteine mit ihrem Liegenden gegen die Stockletten des Erbstollens (e) (auch im Keller bei Achthal noch nachgewiesen) absetzen; sie ist vielleicht auch die Ursache, dass der Zug Vorderleiten-Gierstling nicht mehr nach Osten fortsetzt. Auch zwischen Gierstling und Vorderleiten verläuft eine kleine Querverwerfung (Hof Sprung). Die Verwerfung zwischen den Achthaler Sandsteinen und den nördlich davorliegenden Stockletten wird hauptsächlich durch die Annahme begründet, dass die rothen Mergelthone von Achthal cretacisch seien und dass auch in der That eine Aenderung des Einfallens vorliegt; es ist indessen zu bemerken, dass es auch röthlich gefärbte Stockletten giebt, denen die in Rede stehenden Mergelthone unter dem Achthaler Sandstein viel mehr ähneln als den cretacischen Mergelthonen des oberen Nierenthalcomplexes.

Das kleine Gebiet nördlich Teisendorf zeigt in seinem nördlichsten Theil die tektonische Struktur der Adelholzener Zone; sie ist direkt gegen das nördliche, vindelicische Flyschaequivalent, die Achthaler Sandsteine, abgesetzt. Die Verwerfungslinie erscheint nun als Fortsetzung jener Störungen, welche die Eisenärzter Zone bei Achthal gegen die Achthaler Sandsteine absetzt. Deswegen ist indessen nicht zu folgern, dass die ganze Eisenärzter Zone in derselben verschwunden sein müsste, vielmehr nur, dass die Facies der Achthaler Sandsteine nach Norden unter die Eisenärzter Zone vorrückt, so dass die Modification der Achthaler Sandsteine nördlich Markt Teisendorf eher der Zugehörigkeit zur Eisenärzter Zone zuzuschreiben wäre. Da bei der Bildung der Verwerfungslinien theoretisch und faktisch das sicher ist,

dass die etwaige inneren Spannungen auslösenden Brüche naturgemäss so viel als möglich nach den Faciesgrenzen verlaufen, weiter dass diese Brüche von unten nach oben aufbrechen müssen, so sind die tieferen Faciesgrenzen maassgebend, hier also die der hypothetisch untereocänen Achthaler Sandsteine, welche sich einzelnen Anzeichen nach quer unter der Kressenberg-Eisenärzter Facies des Mitteleocäns hinzuziehen scheint (s. Cap. XXII) und so in einer Faciesdurchkreuzung unmittelbar vor die Adelholzener Facies rückt. In diesem Theile des Gebiets wären also über den (?) untereocänen Achthaler Sandsteinen, welche im Kressenberg der Facies der Sandnockzone am nächsten kommen, im Mitteleocän die Kressenberger und Eisenärzter Facies zu erwarten; es erscheinen daher die Conglomerate des Surrthals als vindelicische Uferbildungen.

Cap. XXIV.

Die im Cap. XV noch ohne alle Beziehung zu einer damals kaum existirenden Speciallitteratur (vgl. J. Walter l. c. S. 109) besprochene Frage ist nach Abschluss des M. S. durch zwei Aufsätze, welche die Ursprünglichkeit der Eisenoolith-Ablagerungen „für und wider" behandeln, eine actuelle geworden (vgl. C. H. Smyth Ir., die Haematite von Clinton, Zeitschrift für praktische Geol. 1895. S. 304 und Dr. Lang: Dolomit und Eisenerzbildung, Glück auf: 1895. S. 1093). Der letzte Autor vertritt gegenüber Smyth die Hypothese der nachträglichen, nach der Schichtenablagerung eintretenden Substitution eines ursprünglichen Kalkooliths und betont hierbei besonders die Bildung von Fossilerz inmitten des Clinton-Kalks. Man kann letztere Bildung sich auch in der That ohne Beachtung der bemerkenswerthen Nebenumstände im Allgemeinen so vorstellen, wie etwa die Bildung von Feuersteinknollen, verkieselter Fossilien in Kalken und Sandsteinen als ein Produkt der Diagenese. Wenn nun Lang noch Schwierigkeiten in der Annahme von Smyth, welcher die Ansicht der Ursprünglichkeit der Bildung der Clinton-Eisenoolithe und Fossilerze vertritt, in rein chemischer Hinsicht bespricht, so scheint diese Ansicht wieder etwas erschüttert. Bei Smyth sind nun ausser den chemischen Processen auch die geologischen Begleiterscheinungen in weiterem Maassstabe berücksichtigt; in unserem Falle spielen sie die Hauptrolle und mögen die chemischen Nebenbetrachtungen — es ist schwer, die beiden Gebiete ganz getrennt zu halten — mit der Rücksicht auf Aeusserungen eines Nichtfachmannes aufgenommen werden.*) Unsere Beobachtungen sprechen aber auch mit einer alle Hypothesen abschneidenden Deutlichkeit! Die einmal unumstössliche erste Thatsache, dass die *Nummuliten* Fauna des Haupterzlagers zwei getrennte faunistische Gruppen zeigt, von welchem die eine vererzt, die andere eine Kalkfauna ist — was auch an der durch die geringere Häufigkeit der *Num.* nicht so ausserordentlich beweiskräftigen *Num.*-Fauna der Mittelschichten und der oberen Knollenlage der Fall ist — und die zweite Thatsache, dass in den Knollenlagen abgerollte incrustirte Fragmente und Steinkerne der eben erst schwach und local gefesteten Unterlage, einestheils schon mit ausgebildetem Eisenoolith und vererzten Fossilien, andererseits mit nur incrustirten und nicht

*) Ich verdanke in allen mir bei der Behandlung dieser Sache auftauchenden chemischen Problemen und Fragen meinem Collegen H. A. Schwager wichtige Rathschläge und Aufklärungen.

mit den eingeschlossenen *Nummuliten* innerlich vererzter Knollen anderer Schichtfacies nebeneinander vorkommen, beides spricht von vornherein für die Ursprünglichkeit der Oolith- und Fossilerzlager. Diese Thatsache des Auftretens der doppelten Fauna scheint auch, abgesehen von Neubeuern u. Tölz, für die erzführenden *Nummuliten*-Schichten der Schweiz zu gelten. Kaufmann erwähnt in dem linsenförmigen Thoneisenstein von Lowerz neben den gewöhnlichen *Nummuliten* (vgl. Cap. XXV und Kaufmann, Beiträge etc. XI. 1872. S. 93) von Rotheisenstein durchdrungene Arten, die noch nicht beschrieben zu sein scheinen; sie unterscheiden sich also jedenfalls von den gewöhnlichen Kalk-*Nummuliten* an der gleichen Localität; ich vermuthe, dass die „kleinen rothen Linsen" dem *Nummulites perforatus* und die Scheibchen „die man bisher unrichtiger Weise für Orbitoliten gehalten" dem „*Nummulites laevigatus* unserer incrustirten Fauna" entsprechen.

Wegen der Wichtigkeit der Frage wollen wir nun noch einige Punkte anführen, welche vorzüglich das Verhalten der *Nummuliten* und *Conchylien* betrifft; da das vorliegende Gebiet zur Lösung der Frage so ausserordentlich viele Anhaltspunkte bietet, wollen wir dieselbe von hier aus so erschöpfend wie möglich behandeln:

1. Das Rotherz selbst besitzt keine doppelte *Nummuliten*-Fauna, die *Nummuliten* sind alle kalkig, Krebse, Seeigel, Monomyarier unter den *Lamellibranchiaten*, auch die Brachiopoden sind alle wohl erhalten und wie das Bindemittel schwach roth infiltrirt. Die Arragonitschaler:*) Gasteropoden, Cephalopoden und die Dimyarier unter den *Lamellibranchiaten* sind durchgängig nicht erhalten. Trotzdem also alle Anzeichen einer Diagenese inmitten der Erzlage vorhanden sind, hat sie nicht zur Vererzung der zahlreichen Calcit- und Arragonit-Fossilien an Ort und Stelle ihres jetzigen Vorkommens geführt.

2. Die Knollenlagen an der unteren Grenze und innerhalb der „Mittelschichten" zeigen auch gewisse Knollen mit *Conchylien;* letztere kommen, wenn sie auch dem Mitteleocän angehören, weder in den tieferen noch in den höheren Schichten unseres engeren Gebiets vor, dessen fossile Faunen durch den Bergbau so ausserordentlich weitläufig bekannt wurden. Diese in incrustirten Knollen eingeschlossenen Fossilien (vgl. oben Seite 62) sind die einzigen im ganzen Schichtenbereich, von welchen auch in erzführendem Mittel die Arragonitschalen in gewisser Weise erhalten sind und welche zugleich mit daneben vorkommenden Calcitschalen und Korallen zu einem grossen Theil ihrer Schalensubstanz (vgl. unten) vererzt sind. Da diese unregelmässig rundlich-eckigen Knollen nun Schichtbruchstücke an zweiter Lagerstätte sind, so

*) Es ist mir wohl bekannt, dass gegen diese Eintheilung der Molluskenschalen etc., welche auf der Annahme von Gustav Rose beruht, dass dem verschiedenen Verhalten der Schalen eine verschiedene Krystallisationsform des Calcium-Carbonats zu Grunde liege, gewichtige Bedenken durch v. Gümbel geäussert wurden und dass die Frage durchaus nicht entschieden ist, obwohl die meisten Paläontologen der Rose'schen Ansicht anhängen. Diese Eintheilung wurde dennoch hier zu Grunde gelegt, weil die Hypothese der Substitution gerade aus dem Vorhandensein von Fossilerz dadurch eine Stütze erhält, dass die fragliche Umsetzung (eines Arragonitooliths in einen Eisenoolith) der Umbildung von Fossilschalen in Fossilerz gleichgestellt werden kann, sobald nur die von einem Forscher wie G. Rose geäusserte Möglichkeit vorliegt, dass ein sehr grosser Theil der Kalkschalen (Monomyarier, tetrabranchiate Cephalopoden und Gasteropoden) aus Arragonit bestehen könnten.

beweist dies a) dass die Fossilien an einer anderen Stelle mit der ihnen beigesellten Oolith-Bildung schon sehr frühe theilweise vererzt wurden und b) dass die schliessliche Incrustation dieser Knollen die Arragonitschaler vor der allgemeinen in unserem Gebiet zu beobachtenden diagenetischen Auflösung schützte. Hieraus resultiren nun zwei Möglichkeiten, entweder ist die Vererzung mit der Oolithbildung primitiv an einer anderen Stelle vor sich gegangen oder diagenetisch an einer anderen Stelle, also da, wo auch zugleich die *Nummuliten* vererzt und in dessen Nähe auch faunistisch etwas andere Verhältnisse vorlagen, als in unserem engeren, zur Besprechung dieser Fragen aber immerhin genügend ausgedehnten Gebiet.

3. In den stark thonig-feinsandigen Lagen der Mittelschichten in der Richtung Jobstenbruch-Maxflötz sind desgleichen alle *Conchylien*: Calcit- und Arragonitschaler wohl erhalten. Hier ist nun die einzige Vererzung zu verzeichnen, welche meiner Meinung nach an Ort und Stelle entstanden ist und ein Produkt der Diagenese genannt werden muss: eine Verkiesung der *Nummuliten*; Eisenoxydvererzungen und Eisenoolithe fehlen hier aber. Das Schwefelkiesvorkommen ist überhaupt nur an diese Mittelschichten und an die petrographisch gleicherweise beschaffenen, z. Th. thonigsandigen, reichlich Glimmer und Pflanzenreste führenden Grenzsandsteine in unserem Gebiete beschränkt; mit dem Oolith selbst kommt Schwefelkies nicht vor, dagegen mehr in den Lagen, wo hauptsächlich der Glaukonit seine Verbreitung hat; beide letzteren Verbreitungsgebiete schliessen sich aus; die Glaukonitgebiete zeigen mehr marinen Charakter, die Oolithgebiete mehr continentale Einflüsse. Die Seite 45 charakterisirte Fauna der Mittelschichten ist fast eine Mikrofauna zu nennen und entspricht den durch das lithologische Material charakterisirten schwachen Strömungen in flachen Gebieten. Die Riesenformen im Rothflötz und dem Hangenden des Schwarzflötzes konnten sich als Angehörige des beweglichen Benthos nur durch die Schwere ihrer Schalen in starken Strömungen halten (vgl. S. 100), wie sie auch nur von solchen transportirt sind. In diesen Schichten haben wir auch, wie Cap. XVI erwähnt, die völlige Oxydation des Bindemittels; in den Mittelschichten haben wir das Gleiche nur nach der südlichen grobsandigen Zone zu; in der nördlichen Zone dagegen (die thonige, feinsandige Region) herrscht das Eisenoxydul und die Schwarzerzbildung vor. Hier haben wir auch die diagenetische Schwefelkiesausscheidung, wo also das in der Schicht verbleibende Grundwasser sauerstoffarm ist; sonst würde das Bindemittel der ihnen eingelagerten Erze noch nachträglich oxydirt sein und eine Schwefelkiesausscheidung dürfte kaum stattgefunden haben. Eisenoxydulreiches und eisenoxydarmes Grundwasser mussten auch die Lagen haben, welche durch Strömungen aus Glaukonitgebieten gebildet wurden; dies ist auch die Region der Schwarzerze mit Eisenoxydul im Bindemittel, wobei freilich Glaukonit- und Oolithgebiete scharf getrennt sind (bezw. mit noch mehr pelagischem und litoral-continentalem Charakter). Im Rothflötz aller Localitäten und den der südlichen Zone zugehörigen, roth verfärbten „Mittelschichten“ (vgl. Cap. XVI) fehlt aller Glaukonit.

4. Auch in dem eisenoolithreichsten Schwarzerz sind alle Seeigel und Monomyarier wohl erhalten und zeigen keine Spur von Vererzung; die *Num.* allein, welche sich sonst in Bezug auf Zersetzungseinflüsse vollständig wie die Calcitschaler, Echiniden und Korallen verhalten, zeigen die Ver-

erzungserscheinung; die vererzten Spezies und Varietäten bilden aber gegenüber den calcitischen *Nummuliten* eine ganz eigene Fauna.

Die nicht vererzte Fauna, die in den Schwarzflötzen auftritt, ist bezüglich der *Nummuliten* sehr reichhaltig, wenn auch nur an Individuen; *Orbitoides papyracea* kommt hier so massenhaft vor, wie der *Nummulites complanatus* in der Adelholzener Facies; nicht minder aber auch *Nummulites perforatus*; beide Arten kommen auch nesterweise in den Adelholzener Schichten vor, und zwar an der Grenze nach der Eisenärzter Facieszone und deren nördlichen Bezirken selbst; sie entstammen also im Schwarzerz der Grenze zwischen Litoralgebiet und offener Flachsee, da, wo auch die nördliche Grenze der Verbreitung der mehr pelagischen *Nummulites distans* (dem vicariirenden Vertreter der litoralen *Num. complanatus)* liegt. Die *Conchylien*-Fauna besteht nur aus 8 *Lamellibranchiaten*, von denen nur die dem Schwarzerz eigenen *Anomia tenuistriata* Desh. und *Pecten Paueri* Frsch. etwas häufiger, wenn auch selten sind; Brachiopoden, Cephalopoden und Gastropoden fehlen; relativ weniger selten sind Echiniden, besonders *Conoclypus conoideus*. Wie das Schwarzerz einen Abschluss der Mittelschichten darstellt, so muss es auch als Uebergangsbildung zu dem Hangenden betrachtet werden, da einzelne seiner wenigen Fossilien sehr deutlich auf die Fauna des Hangenden hinweisen. Wenn also die Kalkfauna den Durchschnittscharakter der pelagisch-litoralen Region hat, so kann die vererzte Fauna und mit ihr der Oolith nur aus einem litoral inniger mit dem Continent zusammenhängenden Gebiete stammen. Die grossen Haifische, deren Reste im Schwarzflötz vorkommen, haben sich auch sicher nicht von seiner Kalkfauna ernährt; die mit ihnen vorkommenden Krokodilreste beweisen die Nähe der continentalen Masse.

5. Was nun die hangenden Schichten des Schwarzflötzes betrifft, so haben wir sie oben bezüglich der Deutung ihrer Erzeinschlüsse etwas zu kurz behandelt. Cap. XV haben wir die schwach erzführende, südlich gelegene, höher oxydirte rothe Orbitoides-Lage im unmittelbaren Hangenden des Maxflötzes erwähnt, in welcher eigentlich das Schwarzerz in der südlichen Region ausklingt; darüber kommen nun grobkörnige, braun- bis braunröthliche, lockere Sandsteine, grobsandige Glaukonitkalke und mergelige Grünsande, mit ganz vereinzelten grösseren Erzbohnen, kleineren Oolithkörnchen und seltenen incrustirten *Nummuliten*. Die Herkunft dieser Erzeinschlüsse bedarf noch näherer Erörterung. Die Erzeinschlüsse befinden sich in ausserordentlicher Minderzahl, oolithische Kalkbildungen (incl. die oolithischen Lithothamnien), welche zum Umsatz in Eisenoolith Anlass gegeben haben könnten, fehlen in den reinen Kalken, wie überhaupt in unserem Gebiete vollständig, und auch hier gilt für alle drei Hauptgesteinsentwickelungen die Thatsache, dass alle Calcitschaler der verschiedensten Ordnungen erhalten, alle Arragonitschaler ausnahmslos bis auf die Steinkerne verschwunden, die Schalenlücken häufig mit Phosphorit ausgefüllt sind, (wie auch die Korallenskelette in der obersten Lage meist phosphoritisirt erscheinen). Wir haben hier also, trotzdem besonders in den oberen Lagen in Bezug auf die Erzführung total verschiedene Verhältnisse vorwalten, in Bezug auf die Erhaltung und Umwandlung der Schalen vollständig identische Verhältnisse, welche auch fast allgemein für Arragonit- und Calcitschaler in nicht

zu wasserdurchlässigen Gesteinen gelten.*) Daraus müssen wir den Schluss ziehen, dass trotz der während der Zeit der Diagenese und Metamorphose in den Gesteinen cursirenden eisenhaltigen Wässer die vorhandenen Calcit- und Arragonitbildungen in keiner Weise zur Entstehung von Fossilerz Anlass gegeben haben und dass das in ihnen enthaltene Fossilerz unter ganz verschiedenen Verhältnissen ausserhalb unseres Gebietes entstanden sein muss. Der weitere Schluss ist ebenso berechtigt, dass auch der Eisenoolith selbst keine an der jetzigen Lagerstätte durch Diagenese aus einem Oolith von kohlensaurem Kalk entstandene Bildung ist.

Wir haben oben erwähnt, dass oolithische Kalkbildungen, welche zur Umsetzung in Eisenoolith Anlass gegeben haben könnten, in keinem der Kalke der oberen Kressenberger Schichten zu beobachten wären. Vor allem müssen hier organisch-oolithoide Gebilde, *Lithothamnien*, welche der endogen sich zersetzenden organischen Substanz Ursache besonderer diagenetischer Processe gewesen sein könnten, stratigraphisch und morphologisch ausgeschlossen werden (vgl. J. Walther l. c. S. 706). Wir hätten also blos anorganische, wirkliche Oolithgebilde noch zu berücksichtigen.

Derartige Bildungen, wie sie z. B. in dem Wettersteinkalk der bayerischen Alpen als Grossoolith bezeichnet werden, fehlen in unseren Schichten ganz und gar. Diese „Oolithbildungen" sind ein Produkt der Diagenese, eine diagenetische Sinterbildung, welche im Wettersteinkalk hauptsächlich zwischen Brocken mit *Gyroporellen* beobachtet werden können, wo sie achatartig die ursprünglichen winkeligen Hohlräume auskleiden; ihre Schalen runden sich mehr und mehr nach innen und schliessen häufig endlich in einer Kalkspatdruse ab. Ich kann diese Beobachtung verbürgen; Schafhäutl hat diese Oolithbildung richtig beschrieben und abgebildet (l. c. Taf. LXVI), aber, wie schon lange bekannt, falsch als organischen Rest eines incrustirenden *Chaetetes* (die Oolithbildung schliesst sich auch an *Chemnitzien* etc. an) gedeutet. Mutatis mutandis ganz die gleichen Grossoolithbildungen kann man auch — als Produkt einer in historischer Zeit entstandenen Diagenese — an dem Mauerbewurf alter Burgruinen beobachten. — Man braucht aber allerdings auch nicht unbedingt an vorgebildete Arragonit- oder Kalkoolithe zu denken, wenn man von einer „Substitution" redet. Die Substitution muss nicht auch morphologisch sein, sie kann auch blos chemisch gedacht werden, wobei die Oolithform eine Neubildung wäre; man erinnere sich an die Bildung der concentrischen Kieselringe und Kügelchen. Ich verweise hierbei auf die unten noch eingehender berührte Betheiligung der Kieselsäure an den meisten Eisenoolithen und die weitere Erörterung der Frage der Anwendbarkeit dieser Umstände für die Substitutionshypothese.

*) Gleiche Erscheinungen zeigen in unserem Gebiete die Hachauer Schichten der obersten Kreide; Korallen, Dimyarier und Gasteropoden sind entweder vollständig umgewandelt oder in reinen spätigen Calcit verwandelt, was, wie schon von Sorby beobachtet, keine Calciterfüllung eines Hohlraumes, sondern der einheitlichen Krystallisation nach eine moleculare Umwandlung ist. Die Calcitschaler sind alle erhalten und zeigen die Calcitisirung nicht. Das Gestein ist eisenoxyd- und schwefelkiesreich und zeigt nicht selten Steinkerne und Knollen von Thoneisenstein. Nirgends zeigt sich indessen eine Spur von Fossilerz; in Spalten, nach denen sich der Erzgehalt concentrirt hat, sind vielmehr auch die Calcitschaler (als ein Process während der Gebirgszeit!) ausgelaugt.

Was nun die Erzeinschlüsse dieser obersten Schichtengruppe betrifft, so haben wir schon S. 61 ausgeführt, dass verschiedene Einschlüsse von Haifischzähnen im Glaukonitmergel zweifellos aus aufgewühltem Untergrund des Schwarzerzes stammen; desgleichen bin ich der Ueberzeugung, dass auch ein grosser Theil der übrigen, isolirteren Incrustations- und Eisenoolitheinschlüsse, wie jene Zähne, besonders in der grobkörnigen untersten Lage auf sekundärer Stätte ruhen und aus der durch das erneute Einbrechen von stärkeren Strömungen aufgewühlten Oberfläche der Schwarzflötze (vgl. oben S. 61) stammen; der Gehalt des Erzes nimmt ganz dementsprechend rasch nach oben zu ab; es zeigt nicht die Frische und den Glanz des in den Flötzen eingeschlossenen Erzes, vielmehr hat es die Anzeichen eines schon durch den Transport zersetzten Materials.

Auch diese sehr bemerkenswerthe Thatsache beweist die Herkunft des Erzes von unserem nördlichen Ufer und von dessen Litoralgebiet, wie wir es oben S. 101 modificirt auseinandergesetzt haben. Mit dem Abschluss des Schwarzerzes haben wir die Anzeichen des Eintritts einer entschiedenen Versenkung eines vorher flachen Ablagerungsgebiets in etwas grössere Meerestiefen mit einbrechenden starken Strömungen; hiermit sehen wir zugleich einen gewissen Abschluss der Erzbildung selbst, da die Senkung den eigentlichen Erzboden ganz ins Meer versetzte und, wie ich meine, schon hierdurch die Bildung eines Eisenooliths unmöglich machte, welcher offenbar mehr litoral-continentalen als marinen Ursprungs war. Eine gewisse Bestätigung erfährt dies dadurch, dass zu dieser Zeit grosse Flächen des vorher trocken liegenden inneren nördlichen Continents unter Wasser gesetzt wurden und sich hier die Adelholzener Facies entwickelte, welche, wie oft erwähnt, nur den Schichten über dem Schwarzflötz entspricht; hiermit waren auch die vindelicischen, continental-litoral gelegenen, becken- oder buchtenartigen, Süsswasser- oder Brackwasser-Quellgebiete der Eisenoolithbildung in ganz andere, für letztere ganz ungünstige Lagenverhältnisse gerückt.

Wenn wir nun hierin im Allgemeinen nach stratigraphischen Verhältnissen und dem Erhaltungszustand der Fossilien zu ganz ähnlichen Resultaten kommen müssen, wie Smyth in Bezug auf die Clintonerze, so können wir auch noch hinzufügen, dass auch hier alle Trennungslinien der Erzlager mechanische sind, d. h. wirkliche Ablagerungsgrenzen darstellen und keine chemischen Uebergänge vorliegen; gewisse Schwarzerzschmitzen in den sandig-thonigen Mittelschichten und Grenzschichten sind scharf getrennte, eingeflötzte Einlagerungen mitten in für Wasser und Lösungen fast undurchdringlichen Lagen, in welchen weder die reichlich eingeschlossenen Kalk- noch die Arragonitschalen eine Substanzveränderung erfahren haben; der einzige diagenetische Process, der hier festzustellen war, ist eine locale Verkiesung der Nummuliten, eine schwache Concentration des Schwefeleisens in dieser bituminösen, an kohligen Pflanzenresten reichen, undurchlässigen Schicht während ihrer primitiven Austrocknung; intensivere diagenetische Processe oder gar Processe in Folge circulirenden Gebirgswassers (auf welche sich besonders Lang bezieht) haben sicher nicht oder nur in unwesentlichem Maasse stattgefunden.

Smyth hat nun auch die an Lothringer Eisenoolithen gemachte Beobachtung auch an den Clintonoolithen festgestellt, nämlich eine eigenartige **Betheiligung amorpher Kieselsäure** an Kern- und Schalenbildung der Oolith-

erze. Dies gilt auch für den Kressenberger Oolith; v. Schafhäutl hat die Thatsache schon seit 1856 an mehreren Stellen, ausführlich Lethaea bavarica, 1862, S. 20 und 21 und S. 287 mit besonderer Liebe behandelt, hielt allerdings die nach Behandlung mit Säuren zurückbleibenden, den Erzkörnern an Form und Grösse gleichenden Kerne aus amorpher Kieselsäure für organische Skelette von Kieselamorphozoen; v. Gümbel hat aber ihre Oolithnatur festgestellt. Den Abbildungen nach, welche v. Schafhäutl (l. c. S. 287) von der Oberfläche der mit Säure digerirten Erzkörner giebt, sind aber die Oolithschalen keine concentrischen und scheint gerade diese etwas unregelmässige Betheiligung der Kieselsäure die Ursache ihrer etwas irregulär sphaeroidischen Form gewesen zu sein, welche auch für die Clintonerze gilt. O. Lang (l. c. S. 1097) hat sie im Interesse der Substitutionstheorie als eine „Aeusserung des während der Umwandlungsvorgänge obwaltenden Gebirgsdruckes der auflastenden Gesteinsmassen" betrachtet. Für die Verhältnisse des Kressenbergs habe ich aber oben S. 63 festgestellt, dass eben die Oolithkörner allein und für sich selbst die Erscheinungen, welche unter diesem Titel subsummirt werden können, hervorgebracht haben, dass nur sie Eindrücke auf den Fossilien erzeugten und dass sie selbst so hart waren*), dass sie unter sich keine Eindrücke erzeugten. Wir müssen also alle Verhältnisse während der Gebirgszeit ganz aus dem Spiel lassen.

Die Unregelmässsigkeit der Form scheint mir aber gerade für eine primäre Bildung des Eisenooliths zu sprechen; ich meine hiermit den Einfluss, den die Schwere des schon ursprünglich betheiligten Eisenoxyds auf die Bewegungen des sich bildenden Oolithkorns ausüben musste. Eine Brandung, wie Lang meint, würde die Körner freilich so drehen, wenden und umschütteln, dass annähernde Kugelgestalt resultirte; einfach aufsteigende Quellwasser, wie wir sie für die Oolithbildung annehmen, werden bei der Schwere des Materials in dem bei Quellen stets zu beobachtenden wechselnden Auftrieb die schweren Körner blos heben und senken und sie seltener umwenden. Darum sind die Kieselsäure-Eisencrusten keine concentrischen, sondern zwiebelschalig; der Schwerpunkt wechselt, wenn einmal ein starker Quellauftrieb das Korn nach einer relativ längeren Ruhe hebt, und dann folgt beim Niedersinken eine andere Lage; die resultirende Form muss darnach eine abgeplattete sein. Bei den erwähnten Echiniden und Krebsen ist daher auch die eine Seite stärker incrustirt als die andere. Darnach scheint mir keine Brandungsbewegung vorgelegen zu haben. Die incrustirten und perfiltrirten Conchylien in den mittleren Knollenlagen zeigen auch stellenweise vorzügliche Erhaltung der Oberfläche, was nicht sein dürfte, wenn ein nur mittelmässig heftiger Brandungsschlag die Bewegungen aller sich schalig mit Eisenerz einhüllenden Materialien verursachte; man muss dabei bedenken, dass die Schalentheile der in den erwähnten Knollen geborgenen kleinen Conchylien ja sehr leicht sind.

*) Diese Folgerung gilt für alle theoretischen Möglichkeiten der Bildung der Eindrücke, wie ich sie oben Seite 63 Anm, aufgezählt habe. Persönlich neige ich zu der Auffassung an zweiter Stelle, weil eine gewisse Analogie der Eindrücke mit den Drucksuturen nicht zu leugnen ist, für die Bildung der Eindrücke aber besagte Erschütterungen unter einfachem Schichtendruck genügen, wenn noch spät diagenetische Lösungsprocesse hinzutreten; in Schichten mit Eindrücken zeigen sich stets auch starke Auflösungsprocesse, vgl. Rothpletz, Palaeontogr. XXXIX. S. 69.

Es kann daher die abgeplattete Form der Oolithkörner sehr wohl als Beweis der Betheiligung der schweren Eisenverbindung schon bei der Morphogenese des Ooliths angeführt werden; die Einwirkungen der Schwere müssen um so stärker sein, je grösser das Korn wird: daher kommt es auch, dass im Durchschnitt die kleinen Körnchen eine regelmässiger rundliche Gestalt haben, die grösseren Körner von besonderen Abrundungen nichts erkennen lassen, während bei den Kalkoolithen, wie Lang (l. c. S. 1097) betont, der erste Schritt der Oolithbildung — falls der Kern nicht an sich schon kugelähnlich ist — in der annähernden Ergänzung des Kernes zu der Kugelform besteht.

Um nun auf die Betheiligung der Kieselsäure an den Oolithen zurückzukommen, so hat auch diese O. Lang (l. c. S. 1096) für die sekundäre Natur der Oolithe zu verwenden gesucht und auf die im Gebirge circulirenden Wasser, welche „bekanntlich nicht selten Kieselsäure mit organischen Substanzen in Lösung führen", zurückleiten wollen. Wenn dies auch für unsere Oolithlager gelten würde, so ist es wunderbar, dass bei so reicher Betheiligung der Kieselsäure an den Oolithen kein einziges der Calcit- und Arragonitfossilien verkieselt ist. Schafhäutl hat schon dem Nummulitologen d'Archiac gegenüber gelegentlich ausdrücklich betont, dass in Bayern keine verkieselten Nummuliten vorkämen; Schafhäutl selbst hat aber irrthümlich verkieselte Austernschalen vom Kressenberg erwähnt; es ist dies aber eine Verwechselung, welche, abgesehen von dem Gesteinscharakter, auch palaeontologisch festzustellen ist; seine *Gryphaea vesicularis* (= *Escheri* Mayer-Eymar) stammt von Stallau und dem Grünten, tieferen obersenonen Schichten (vgl. oben S. 18); desgleichen ist die verkieselte *Ostrea decurtata* Schafhtl., welche Frauscher als besondere Spezies aus dem Emanuelflötz aufrecht hält, eine der vielen Abänderungen der alpinen *Gryphaea vesicularis* von Stallau! Kurz verkieselte Schalen giebt es im Kressenberg und den nordalpinen Eocänschichten nicht. In der oberen nordalpinen Kreide sind solche Bildungen auf ein einziges Glied der Glaukonitgrünsande von Burgberg (= Stallau nach H. Imkeller) beschränkt; hier treten die Kieselbildungen aber nicht nur im Grünsandstein auf, sondern auch mit verkieselten Echiniden in der als alpine Facies den Grünsanden aequivalenten „unteren Abtheilung der Nierenthalschichten" bei Reichenhall (vgl. oben S. 3 und 15). Dieser so weit verbreitete Verkieselungsprocess ist auf diesen Horizont beschränkt; da wir darüber und darunter in hohem Masse wasserundurchlässige Schichten haben und z. B. im Grüntengebiete der sonst gleichartige, höhere Oberstdorfer Glaukonitsandstein (auf weite Strecken hin über dem Burgberggrünsandstein zu verfolgen) gar keine Verkieselungen zeigt, so kann hier nicht an einen Process bei der Gebirgsmetamorphose gedacht werden, sondern die Verkieselung ist ein diagenetischer Process der Concentration von primaer dem Sediment beigemengter Kieselsäure bei der ersten Austrocknung der Ablagerung, ähnlich wie oben die in Schwefelkies verwandelten Nummuliten erklärt wurden. Wir schliessen uns hierin ganz J. Walther (l. c. S. 709) an. Da nun nach Lang die Bildung von Fossilerz und Kieselfossilien principiell nicht verschieden sein können, so könnte auch bei dem Fossilerz nur an einen diagenetischen Process gedacht werden, welchen Prozess Walther mit Recht streng von dem der Metamorphose trennt. Wir müssten aber nun auch verlangen, dass unsere Kressenbergfossilien

bei so viel freier Kieselsäure zu allererst der sich an organische Reste vorzüglich anschliessenden Verkieselung anheimgefallen wären, ehe die Kieselsäure substituirend in ein anorganische Oolithmasse eindrang.

Wir haben nun schon oben S. 114 unt. kurz betont, dass man bei Annahme einer diagenetischen Substitutionsbildung von Eisenoolith nicht unbedingt an einen morphologisch vorgebildeten und congruent nachgebildeten Kalk- oder Arragonitoolith denken muss; man könnte sich das auch als eine Bildung in einem ursprünglichen Kalkcontinuum vorstellen, wie in rein kalkigen Schalen bei der diagenetischen Verkieselung die Kieselringe und Kieselkugeln neben einander entstehen. Da nun die Beteiligung der Kieselsäure an den Eisenoolithen eine so wichtige und, wie es scheint, allgemeine Erscheinung ist, so könnte sie vielleicht auch für einen Vergleich der Eisenoolithbildung mit der diagenetischen Kieselringbildung in Anspruch genommen werden. Hiergegen spricht aber die wichtige Thatsache, dass durch die Kieselringbildung das ursprüngliche Kalkcontinuum nicht gestört, sondern eher gefestigt und dass so eine Individualisirung von kugeligen Bildungen niemals zu beobachten ist; eine Betheiligung von Eisenoxyd würde diese Continuitätserhaltung nur unterstützen. Dies ist hier durchaus nicht der Fall, der Augenschein lehrt vielmehr, dass die Oolithlager eine Zusammenschwemmung vorher individualisirter Körner darstellen, dass also höchstens von einer congruenten Nachbildung morphologisch vorgebildeter Körner die Rede sein könnte.

Es bleibt also als eine letzte Frage nochmals folgendes zu erwägen, ob nicht, wenn ein Process der Metamorphose oder Diagenese an der Stelle der jetzigen Oolithlager unter keinen Umständen vor sich gegangen sein kann, der Oolith an zweiter Lagerstätte liegend, die Diagenese an einer anderen Stelle durchgemacht haben könnte. Ein Ding der Unmöglichkeit ist dies im Allgemeinen nicht, wir haben ja die Knollenlager, die ja Reste von schon etwas gefesteten Lagen von nahezu gleichem Alter zweifellos an zweiter Lagerstätte enthalten und in diesen schon Erzkörner, welche also an anderer Stelle gebildet sind. — Ein anderes Beispiel ausserhalb unseres Gebietes ist auch instruktiv. Die als Solothurner Marmorplatten weit verbreitet verwendeten gelben **oolithischen Jurakalke** enthalten massenhaft *Nerineen*, welche mit einem tiefer braunen Kalkoolith ausgefüllt sind, als der Oolith der umgebenden Hauptgesteinsmasse ist; zugleich sind sie meistentheils abgerollt, sie haben ihre äussere Schale stets theilweise, oft sogar ganz verloren und liegen als abgerollte und fragmentarische Steinkerne in der neuen Schicht; es sind also jedenfalls zerstörte Fragmente einer etwas älteren Schicht, welche in eine jüngere gerathen sind, die aber im Wesentlichen noch die gleiche Bildungsweise und gleiche Fossilien besass. Dies erinnert vor Allem und im Allgemeinen an die Brandungsbreccien mit gerollten Fossilien aus den oolithischen Nerinecnkalken des Corallien der Schweiz; weiterhin an die Knollenschichten, welche Mösch aus dem Corallien des Aargauer Jura im Hangenden der „Wangener" Schichten erwähnt, welche eine locale Bildung gegenüber den letzteren darstellen und dieselben Fossilien in abgerundeten Kalkknollen zeigen. Mösch erwähnt die grosse petrographische Aehnlichkeit dieser Schichten mit den im Hangenden der nächsthöheren weissen Jurastufe folgenden „Badener"-Schichten, an deren oberer Grenze locale Ausbildungen die Fossilien oder sonst getrennten Fossilien der unteren und mittleren

Kimmeridgien in einer Weise vermischt vorkommen, welche die Annahme in höchstem Masse berechtigt, dass die Wellen des Meeres der höheren Stufe die früheren Niederschläge zerstörten und die Fossilien so durcheinander geriethen. Darauf folgen die auch weit verbreiteten Kieselkalke mit Kieselknauern und silificirten Fossilien; aus diesem Horizont stammen die oben erwähnten Solothurner Platten mit dem Anzeichen einer Zerstörung der vorhergehenden Schicht, deren Resultat vielleicht die Thatsache bildet, dass, wie Mösch auseinandersetzt, die Oberfläche dieses Horizont erodirt wurde und sich breite Becken für die Ablagerung der Plattenkalke bildeten.

Bis in diese Höhe dauert die Oolithbildung im oberen Jura fort, welche durchaus im Zusammenhang mit der **Oolithbildung im Dogger** betrachtet werden muss; es ist interessant, dass der Eisenoolith dieses letzteren Formationsgliedes hauptsächlich an die Begleitung mergeliger, thonigsandiger und rein sandiger Gesteine*) gebunden ist, während dieselben im Auftreten der Kalkoolithe fehlen. In dieser Formationsreihe sind nun in verschiedenen Lagen mehr oder weniger reiche Korallenlager, welche aber, wie alle Forscher annehmen, keine ausgedehnten und mächtigen Riffe gebildet haben konnten, so dass hier vielleicht zur Erklärung der Bildung des Ooliths an die recent beobachtete Oolithbildung auf Korallenriffen gedacht werden könnte. Es liegen hier offenbar einander begleitende Umstände vor, welche die Nähe einer Küste andeuten, und dürften die Verhältnisse am ehesten ähnlich gelegen haben, wie sie J. Walther vom Rothen Meere beschreibt.

Am allerwenigsten kann bei den cocänen Oolithen unseres Gebiets an etwaige Entstehung auf Korallenriffen gedacht werden; so weit diese nordalpinen Oolithe reichen, nirgends sind Anzeichen stärkerer Riffbildungen; Einzelkorallen kommen im Hangendsten und Liegendsten der Flötze häufiger vor; Stockkorallen sind in dem petrefaktenreichen Kressenberg nur an einer einzigen Stelle gefunden worden und zeigten sich nirgends wieder; diese wenigen, ganz isolirten flachen, schirmartigen Stockkorallen der Gattungen *Araeacis*, *Porites* und *Thamnastraea* sind zum Theil auf Austern festgewachsen, scheinen also nicht einmal zu einem compakteren Saumriff zusammengetreten zu sein. Da sie aber jedenfalls seichtes Wasser verlangen, einige von ihnen aber incrustirt und infiltrirt, die Anderen intakt sind, beide Arten der Erhaltung aber jedenfalls aus einer und derselben Localität an diese eine Stelle des Kressenbergs in den ein Seichtwasser verrathenden Mittelschichten gelangt, so stammen sie offenbar meerwärts von der äusseren Grenze der Oolithbildungsarea, vielleicht vom Rande kleiner inselartiger Erhebungen S. von der seichten Region vor dem vindelicischen Ufer**).

*) Sollte dies nicht als eine „vindelicische Facies" gedeutet werden, welche hier nördlich vom vindelicischen Continent eine ähnliche Beziehung zu den altkrystallinischen Gesteinen desselben hatte, wie dies im Allgemeinen vom Glaukonit und im Besonderen von dem im Eocän vindelicischer Facies mit dem Glaukonit vergesellschafteten Eisenoolith gilt?

**) Es ist natürlich, dass die Wohnstelle dieser Korallen, welche ein klares sauerstoffreiches Wasser verlangen, nicht die Stätte der Erzbildung war. Da ihre Oberfläche aber nicht abgerieben ist, sie mit ihrer Aufwachsungsunterlage nothwendig einen Ortswechsel erfahren haben, endlich nur oberflächlich infiltrirt sind (so weit sie nicht vorher schon mit Strukturverlust verdichtet waren), so folgern wir daraus, dass ihr Standort der Erzbildungsarea zwar nahe lag, aber doch scharf getrennt war, weiter, dass keine Brandung sie von ihrer Lagerstätte fortschaffte, sondern eher tektonische Veränderungen sie einerseits aus dem marinen Standort emporhob und andererseits ins Erzbecken wieder untertauchte.

Wir haben also in den erwähnten jurassischen Kalkoolith-Ablagerungen sehr eingehende Vergleichsmöglichkeit mit unseren eocänen Bildungen, und wir betonen, dass bei jenen auf eine Mächtigkeit von 50—60 m drei solcher hervorragenden, die Küsten zerstörenden Epochen kommen, deren Produkte in localen und untergeordneten Zwischenlagen zusammengetragen sind; auch hier kann man sich nicht allein mit der Annahme einer starken Brandungszerstörung bei einer einfachen Meereserhöhung helfen; es müssen auch mit einer tektonischen Hebung des Strandes Zertrümmerungen vor sich gegangen sein, welche in begrenzten Epochen eintraten.

Auch im Kressenberggebiet haben wir es nur mit ganz untergeordneten Knollen-Lagen zwischen den Oolithlagern zu thun, und nur für diese gilt mit voller Sicherheit, dass sie schon an einer anderen Stelle vor ihrer Zertrümmerung erhärtet waren. Es ist nun die Frage, ob man diese Erscheinung generalisirend auf die Oolithlager selbst übertragen darf; der Vergleich mit dem fast identischen Verhältnisse in den jurassischen Kalkoolithen spricht nicht dafür. Wir wollen aber auch hier die einheimischen Verhältnisse der Oolithlager daraufhin prüfen.

Das Rothflötz, welches neben den Oolithkörnern am meisten fremde Bestandtheile führt, hönnte am ehesten hierfür angezogen werden; es enthält indessen keine abgerollten Kalkfossilien, gar keine incrustirten Fossilien; weiter zeigt es die gleichen Fossilien in nicht incrustirtem und nicht demolirtem Zustand, die dann erst in der hangenden Rotherz-Knollenlage demolirt und ncrustirt vorkommen. Wenn man sich nicht im Zirkel drehen will, muss man daher das Rothflötz selbst als die primaere Ablagerung, als die primaere Vorstufe der hangenden Knollenlage gelten lassen.

Die hangende Rotherz-Knollenlage ist an ihrer jetzigen Stelle in ihren Fragmenten des Rothflötzes eine Bildung auf zweiter Lagerstätte, als incrustirtes Material aber auf erster*), wie das tiefere Oolithlager offenbar selbst; es könnte also nach der Substitutionshypothese nur an jetziger Stelle (ursprünglich mit einer Kalk- oder Arragonitkruste versehen) diagenetisch verändert worden sein, und dies ist nach unseren obigen Auseinandersetzungen nicht möglich: also ist die Eisenincrustationskruste der Knollen primaer. Diese Bildung, welche auch die Nummuliten und die anderen incrustirten Fossilien rund umgiebt, kann nur bei frei im Wasser liegenden Objekten vor sich gehen; da nun die Oolithbildung zu ihrer Grundlage gleiche Verhältnisse verlangt, so ist zu folgern, dass sie wie die Eisenincrustation der Knollen, Fossilien und Steinkerne eine primaere Eisenoolithbildung ist und nicht in einer schon abgelagerten und austrocknenden Schicht durch Substitution vor sich gegangen sein musste. Sollten die untergeordneten incrustirten Gebilde in ihrer Eisenhülle allein primaer sein?

Das Gleiche muss für die incrustirte demolirte Nummulitenfauna des Schwarzerzes angeführt werden. Dieselbe Folge der Beweisführung gilt hier, und es liegt daher diese Fauna von Fossilerz als primaer incrustirtes Material im Schwarzflötz an erster Lagerstätte; es wäre widersinnig, für den feineren Oolith dieses Flötzes eine zweite Lagerstätte nach einer Diagenese auf erster

*) Wir wollen hier die Zwischenstation, den Aufenthalt im Incrustationsgebiet, nicht als eine Lagerstätte bezeichnen, wie es oben einmal incorrekt geschehen ist.

Lagerstätte anzunehmen, wenn schon seine incrustirte Fauna, die eine verwickeltere Geschichte hinter sich hat, hier nach ihrer Incrustation auf erster Lagerstätte ruht; es ist dies ja eine Fauna, die nicht incrustirt aus der unmittelbaren Unterlage stammt und dort auch in intaktem Zustande vorliegt. — Nach alledem müsste man zwischen der Bildung von Erzfossilien und dem Oolith einen grundsätzlichen Unterschied machen, wenn der Oolith an seiner jetzigen Lagerstätte nicht als primaer gelagert anerkannt würde; dies wird wohl schon deshalb von einem Vertreter der Substitutionstheorie nicht angenommen werden, weil gerade die Fossilerzbildung den einzigen, schätzenswerthen Thatsachenbeleg für die Möglichkeit der Substitution abgeben kann, worauf wir unten noch eingehender zurückkommen.

Noch andere, allerdings nicht so schlagend beweiskräftige, stratigraphische Bedenken stehen der Annahme gegenüber, dass der Oolith auf zweiter Lagerstätte ruht, und wenn wir hierauf noch eingehen, so ist es nicht nur wegen der Bildungstheorien des Eisenooliths, sondern auch wegen der stratigraphischen Frage nach der Ursprünglichkeit der Fossilien in Bezug auf ihre Lagerstätte und ihre Berechtigung, als bedeutende Leitfossilien gelten zu können.

Wenn wir sehen, dass die Knollenlagen aus Bestandtheilen unmittelbar unterliegender Schichten bestehen, so hätte dies auch für die Oolithe zu gelten, wenn sie an zweiter Lagerstätte lägen. Wir haben aber in den den Flötzen unterlagernden Schichten im Kressenberger Gebiet selbst nur locale und sehr geringe Erzansammlungen, die keinen Vergleich mit den eigentlichen Flötzen selbst aushalten. Wenn wir nun hier von der schon erwähnten Thatsache absehen, dass diese Erzschmitzen noch viel unmittelbarer, als die eigentlichen Flötze, die Anzeichen von wirklichen Anschwemmungen primaer gebildeter Erzmassen an sich tragen und provisorisch annehmen, dass die unteren Grenzschichten und Mittelschichten selbst Gebiete diagenetischer Vererzung darstellen, so haben wir zu betonen, dass die in ihnen enthaltenen ganz localen und geringen Erzlagen ganz entsprechend den eigentlichen Erzflötzen mit geringen Abweichungen anschwellen und abnehmen; wir sehen daraus, dass die localen Bedingungen, welche für die letztere gelten, auch für erstere in ganz gleicher Weise gewirkt haben müssen. Wenn daher die Unterlagen der Flötze nach obiger Praemisse als primaere Lagen gelten müssten, so müssten sie auch für die Flötze selbst gelten. Weder die Thatsachen in anderen Gebieten noch die Folgerungen aus dem Kressenberger Revier berechtigen uns, anzunehmen, dass in den Grenzschichten unter dem Rothflötz oder in den Mittelschichten unter dem Schwarzerz an anderen Orten eine höhere Erzaufhäufung vorhanden war, welche die Masse des Ooliths in Roth- und Schwarzflötzen an etwa zweiter Lagerstätte erklären. Wir haben hier beziehungsweise einen schwachen Anfang und ein schwaches Pausiren der Erzbildung, welche sich beide in ihren Begleiterscheinungen, wie dargestellt, vollständig decken und deren Charakteristik von Mattsee bis zum Säntis (Fähnern) wesentlich dieselbe bleibt. Ein weiterer Vergleich der Mächtigkeit der Abtheilungen innerhalb unseres Gebietes zwischen der Kressenberger Zone einerseits und der nördlichen Eisenärzter und südlichen Sandnockzone andererseits beweist auch — man kann auch den Vergleich bis Mattsee und den Grünten ausdehnen —, dass die Grenzschichten und Mittelschichten selbst in den geogn. zu beobachtenden Revieren nicht Erosionsboden waren,

von hier selbst also kein Erz entnommen werden konnte, um durch Umlagerung das Roth- bezw. Schwarzflötz zu bilden.

Der eben erwähnte Parallelismus im Anwachsen und Abnehmen der Erzmengen und Incrustationsbildungen in den Flötzen und ihnen beigesellten Schichtcomplexen spricht auch im Allgemeinen für die Identität des Entstehungsgebiets der Oolith- und Incrustationsgebilde; wenn auch wechselnde Stromrichtungen und Stromgeschwindigkeiten mit etwas geänderten Transportstärken sich in gewissen Verschiedenheiten der Erzlagen und des ihnen beigesellten Materials abspiegeln, so zeigt der erwähnte Parallelismus, dass der Transportweg im Wesentlichen derselbe war sowohl für Oolithe als für incrustirte Gebilde, dass dieselbe Litoralregion **beide** Formen des Erzauftretens: Oolithe und Incrustationsgebilde geschaffen hat.

Wir haben weiter schon S. 73 erwähnt, dass wenn Oolith und Incrustationsmaterial beide an zweiter Lagerstätte sich befänden, dann müssten die Oolithlager nach den Begleitanzeichen in stärkeren Strömungen abgelagert sein, als die Erzlager der Mittelschichten; dann müssten (der Transportabstufung nach) im Allgemeinen die feineren Oolithe eine bedeutend grössere Horizontalverbreitung haben, als die Lager von dickeren Knollen, die den Begleitumständen nach in schwächeren Strömungen abgelagert sind; statt dessen ist in dieser thatsächlich von NO. und SW. gehenden Strömung das Umgekehrte der Fall (vgl. oben S. 100). Desgleichen wiederholen wir hier kurz, sollten bei vorausgesetzter zweiter Lagerstätte der Oolithe die höher oxydirten Rotherze oben und die Schwarzerze unten liegen was, wie oben S. 73 dargestellt, gerade umgekehrt ist; dies lässt nur eine ganz andere Erklärung zu, und zwar geht diese von der Grundlage aus, dass der Oolith an erster Lagerstätte liegt.

Wenn also, wie dargestellt, die Oolithe an jetziger Stelle nicht durch Diagenese entstanden sind, wenn sie weiterhin an einer anderen etwa primaeren Stelle einen diagenetischen Process nicht durchgemacht haben können, so müssen sie als primaere Oolithe abgelagert sein; sie sind zwar nicht an der Stelle gebildet, wo sie gelagert sind, das beweisen die incrustirten Knollen und Erzfossilien (deren Eisenhülle auch nicht an ihrer jetzigen Lagerstätte durch Diagenese gebildet wurde) mit den ihnen beigelagerten intakten Calcit-Fossilien; aber die incrustirten Bildungen liegen auch nur als Bestandtheile älterer Schichten auf zweitem Lager, als Incrustationsfragmente auf erstem; sie sind in dieser Eigenschaft dem Oolith gleich, dessen Bildung als freier Oolith dem Incrustationsvorgang ganz homolog und mit ihm gleichzeitig ist; er muss sogar als die einfachere Voraussetzung der Incrustation erklärt oder letztere als nothwendige Begleiterscheinung der Oolithbildung erachtet werden.

Von allen geognostischen Beobachtungen spricht daher keine für die Substitutionstheorie der Entstehung der Eisenoolithe; sie sprechen dagegen für die primaere Bildung oder sind wenigstens nur mit ihrer Zugrundelegung zu erklären.

Als einziger Umstand, der zurückbleibt, der auch, wie erwähnt, kein gering zu schätzendes Argument ist, sei noch das thatsächliche **Vorhandensein des Fossilerzes,** welches direkt die Möglichkeit der Annahme eines Substitutionsprocesses darbietet, kurz besprochen.

Für unsere Kressenberger Verhältnisse fällt aber auch dieser Beweis durch, mehrere sehr bemerkenswerthe Thatsachen im chemischen und mikroskopischen Verhalten des Fossilerzes. v. Schafhäutl hat die Zusammensetzung des Erzes genau untersucht; er galt in seiner Zeit hierfür als Autorität, und manche seiner chemischen Analysen sind in v. Gümbels Beschreibung des bayerischen Alpengebirges erwähnt worden; sie stimmen auch für das Erz des Kressenbergs im Wesentlichen mit v. Kobell's Analysen der Grüntenerze. v. Schafhäutl hat auch, wie erwähnt, das Kieselgerüste der Oolithkörner zuerst nachgewiesen, und seiner umständlichen Beschreibung entnehmen wir Folgendes.

In grösseren Oolithbrocken fanden sich etwa 10% Ca CO_3 und 2% Mg CO_3, und es konnte nachgewiesen werden, dass (l. c. S. 23) der ganze Gehalt an kohlensaurem Kalk und beinahe der ganze Gehalt an kohlensaurer Bittererde (mehr als die Hälfte von 10% Thonerde und Eisenoxydul) sich im Bindemittel befand. Die Oolithkörner selbst enthalten nach seiner endlichen Feststellung von Carbonaten nur 0,823% kohlensaure Bittererde. Dies kann auch nachträglich noch dadurch gestützt werden, dass nach v. Kobell's Analysen die Bindemittel-ärmsten Erze vom Grünten bis auf 2% kohlensauren Kalk herabsinken.

v. Schafhäutl hat nun auch schon Unterscheidungen in den Erzkörnern gemacht und von vorneherein festgestellt, dass die „sphaeroidischen, elliptischen und nierenförmigen Körner mit Säuren nicht brausen; nur die regelmässig linsenförmigen Körner brausen; die letzteren erkannte Schafhäutl als kleine Nummuliten, sie bilden einen kleinen Theil unserer von ihm sonst nicht weiter berücksichtigten „incrustirten und infiltrirten Fauna". Dieses Resultat gilt auch für alle Arten der vererzten Nummulitenfauna, alle enthalten reichlich Kalk, sie brausen auch an Stellen, wo die intensivste Eiseninfiltration statt hatte, nur die Incrustationshülle und Kammerausfüllungen brausen nicht, hinterlassen dagegen ein Kieselsäuregerüst, wie die Oolithkörner. Das Gleiche gilt auch für die wenigen incrustirten und perfiltrirten Conchylien in den Knollenlagen, und hier haben wir das merkwürdige Verhalten, dass diese stets noch stark kalkhaltigen Erzfossilien in Oolithbrocken vorkommen, dessen Oolithkörner durchaus nicht kalkhaltig sind, und dass diese ganz und gar von einer dünnen, aber kalkfreien Incrustationshülle umgeben sind; diese Hülle hat, wie schon S. 62 erwähnt wurde, die in den Knollen vorhandenen Arragonitfossilien vor der während der Gebirgszeit*) stattfindenden Auflösung bewahrt.

Also alle Erzfossilien sind noch entschieden kalkhaltig, kein Oolithkorn (und eine gewaltige Zahl übertrifft die Fossilien an Dicke) ist dagegen kalkhaltig, ebenso ist nur das die Schalensubstanz der Fossilien selbst scheinbar ersetzende Erz kalkhaltig; die Schalenincrustationshüllen, die auch gelegentlich recht dick sind, und die Kammerausfüllungen sind dagegen nicht kalkhaltig. Es scheint dies mir ein direkter Beweis zu sein, dass unser Oolith nicht durch einen diagenetischen Substitutionsprozess entstanden ist, sondern einen primaeren Eisenoolith darstellt.

*) Ich verstehe unter dem Ausdruck „die Veränderungen in der Gebirgszeit" alles, was J. Walther unter dem Terminus Metamorphose zusammenfasst, also die Veränderungen nach der Diagenese während der Zeit der tektonischen Bewegungen der erhärteten Schichten.

Wenn man nun den **Zustand der vererzten Schalen und Nummuliten makroskopisch und mikroskopisch** genau beachtet, so erscheint es auch sehr fraglich, ob das die Schalensubstanz theilweise ersetzende Erz wirklich Folge einer chemischen Substitution des Kalks war, oder ob nicht vielmehr ein rein mechanischer Ersatz, eine Infiltration (wie wir uns im Vorhergehenden auch stets ausgedrückt hatten) in eben derselben Weise im Innern stattfand, wie man äusserlich eine einfache schalige Incrustation bemerkt. Man kann nun mikroskopisch feststellen, dass eine solche Infiltration die Nummuliten am meisten angreift, welche auch äusserlich am härtesten durch Zersetzung mitgenommen sind, dass sie innerlich und äusserlich mit einer Infiltration des feinen Canalsystems der Schale beginnt, welches nicht perfiltrirt nur sehr schwer sichtbar ist, an den Kressenberger Nummuliten entdeckt wurde und überhaupt hier einigermassen beobachtet werden kann. Ein weiterer Vererzungsprocess betrifft nun noch die elementare Faserstruktur der *Nummuliten* selbst; man beobachtet bei *Nummuliten* meistens von den Kammerwänden nach aussen gehende intensiv eisenbraune Fasern, welche meist und dann nur in unregelmässiger Entfernung eine Strecke weit in den Wänden deutlich zu verfolgen sind. Sie sind auch bei den vererzten *Orbitoides* zu beobachten und ziehen von den lateralen Wänden der Mediankammern nach den sich anschliessenden Lateralkammern von Kammer zu Kammer nach aussen. Es sind dies die Porencanäle v. Gümbels; im strengen Sinne des Wortes gehören sie allerdings nicht unter den Begriff „Canäle", da sie bei *Nummuliten* stets blind endigen.

Diese Porenfasern, wie wir sie daher zum Unterschied von dem erwähnten Canalsystem nennen, sind ausserordentlich dicht, ganz regelmässig vertheilt und sind selbst von äusserst gleichmässiger Dicke; sie sind verkittet durch eine weniger dicke, fast immer glashell bleibende Kalkcementsubstanz. Wenn man nun einfach verkalkte Nummuliten und Orbitoiden mikroskopisch untersucht, so lassen sich die Porenfasern sehr wohl beobachten, jedoch sind sie bedeutend weniger scharf umgrenzt, von einander getrennt und haben gegen die auch bei infiltrirten Nummuliten meist hell bleibenden äusseren Kammerwände und Kegelpfeiler (vgl. den Terminus in von Gümbel, Abhdl. d. bayer. Akad. d. W., II. Cl. V. Bd. II. Abth., S. 94) eine sehr getrübte Durchsichtigkeit. Dies kommt daher, dass, wie erwähnt, diese Faserstreifen keine scharf begrenzten Canäle sind, sondern Fasern weniger dichter Kalksubstanz, welche bei dem lebenden Thier auf eine stärkere Betheiligung organischer Substanz ohne Zweifel schliessen lässt. Die hellen Theile sind nun die widerstandsfähigsten, und so kommt es, dass die Eiseninfiltration in der grösseren Mehrzahl der Fälle nur diese Fasern ergreift. Wo jene aber sehr tief eingreift, da kommt es auch öfter vor, dass auch das andere Strukturelement, die „Kittsubstanz" dieser Fasern zerstört ist und kleine Partieen vollständiger Vererzung stattgefunden haben, das heisst die Eisenfasern wie verschmolzen sind. Fast die Regel ist es in kleinstem Massstab an den Kammerwandflächen selbst, wo die basalen Theile nicht mehr den Kalkkitt, sondern ein Eisencäment zeigen.

Wenn wir so die Vererzung der Porenfasern bei *Nummuliten* und *Orbitoiden* als eine Infiltration dieser weniger dichten, also imbibirbaren Fasern betrachten müssen und nach der äusser-

lichen Demolirung der Num. annehmen müssen,*) dass schon vor diesem Infiltrationsprocess auch Kalk zerstörende Agentien in grösserer und geringerer Stärke gewirkt haben, so wird auch der sehr gering wichtige und locale Ersatz der Cementsubstanz zwischen den Porenfasern keine Substitutionsbildung sein, sondern eine Infiltration in vorher entstandenen Zerstörungslücken des Gewebes derselben. Daher hält sich im Allgemeinen die Infiltration an die Stellen, wo die radialen Faserelemente auf die innere oder äussere Oberfläche ausmünden, wo also der nächste Zugang zu einem rein mechanischen Substanzersatz vorliegt; alle anderen Stellen, in welchen die Faserung zurücktritt, dagegen die concentrische Lagerung vorwiegt: die eigentliche Canalschicht der Wände und die Kalkpfeiler bei *Nummulites* und *Assilina*, die Aequatorialwände der Mediankammern, die Radialwände der Lateralkammern und die Kegelpfeiler bei *Orbitoides*, bleiben von der Vererzung so gut wie unberührt.

Wir haben oben erwähnt, dass in dem oberen Knollenlager auch infiltrirte und incrustirte Korallen vorkommen; Dünnschliffe durch solche vererzten *Porites*, *Thamnastraea* etc. zeigen nicht die Substanz der Septen vererzt, sondern es sind die Interseptalräume und die durch die Septen durchdringenden Poren nur mit Thoneisenstein erfüllt.

Es ist wohl kein Zweifel, dass diese Schlussfolgerungen aus dem chemischen und mikroskopischen Verhalten der Kressenberger Nummuliten und Korallen als Paradigma gelten können für die Bildung vieler anderer Fossilerze.

Ich bin weiter überzeugt, dass dieser Infiltration ganz besonders durch die Fäulniss der in grösserer oder auch geringer Menge eingeschlossenen organischen Substanz nicht nur der Raum geschaffen wird, sondern dass letztere die Infiltration auch attrahirt. J. Walther führt so die Diagenese der Kalkalgen auf die bei der Zersetzung der organischen Substanz endogen entstehende Kohlensäure zurück (l. c. S. 706); nach de Serres findet diese Zersetzung der org. Substanz bei Conchylien sofort nach dem Absterben auf dem Meeresboden statt; es kann daher auch, darnach zu urtheilen, die Vererzung der Porenfasern bei den Num. sehr wohl schon vor ihrer Ablagerung eingetreten sein. Andererseits zeigen die erwähnten Stockkorallen die Vererzung nur in der Oberflächenzone, in der Tiefe sind sie calcinirt, wie auch einige von ihnen ganz und gar in einen dichten, nur an Thoneiseninfiltration reichen Kalk verwandelt sind; andere sind nicht infiltrirt, sondern nur calcinirt. Da die

*) Gerade der Umstand, dass die eisenhaltige Substanz ganz bestimmte, röhrenartige Räume mit sehr regelmässiger Vertheilung einhält und zwischen ihnen ein äusserst feines polygonales Netz fast stets glashell bleibender Substanz bestehen bleibt, gerade dies hat zu der Ansicht geführt, dass man es hier mit Röhrchen zu thun habe; besonders bei *Orbitoides* ist dies auffallend, wo diese Bildungen durch die Kalkwände hindurch von Hohlraum zu Hohlraum ziehen. Bei *Assilina* und *Nummulites* liegen nun die gleichen Gebilde vor; sie sind aber in ganz unregelmässiger Erstreckung innerhalb der Wände infiltrirt, so dass hier nicht der Anschein einer primaer gesetzmässigen, sondern einer sekundären Canalbildung für die nachfolgende Infiltration vorliegt. Diese Canalbildung reicht nur soweit, als eine vorhergehende posthume Zersetzung die Fasern in ganz zufälliger Weise stark oder weniger stark, tief oder weniger tief erfasst hat. Die Kittsubstanz ist aber meist nicht zersetzt und nur bei noch stärkeren chemischen oder mechanischen Processen, welche die den Oberflächen zunächst liegenden Theile ergriffen haben, entfernt und mit Eisenerz ersetzt. Diese Kittsubstanz der offenbar primaer viel organische Gerüstsubstanz enthaltenden Fasern ist es auch, welche sich in der Behandlung mit Säure auflöst (vergl. S. 123) und stets incrustirte Nummulitenfragmente von Oolithkörnern selbst sofort unterscheiden lässt.

Zersetzung der Korallen auch nach Walther sofort nach dem Absterben beginnt und dieselben verdichtet, so ist es verständlich, dass die Infiltration hier nur sporadisch und nur in der Oberflächenzone auftreten konnte. Der Process fand darnach auch hier unter allen Umständen sofort nach dem Absterben statt, sonst hätte bei den Korallen überhaupt eine Infiltration der Interseptalräume nicht mehr stattfinden können.

Wenn wir nun nochmals unsere Ansicht über die topographischen Verhältnisse der Area der Erzbildung zusammenfassen, so soll sie in der litoralen Region eines nördlich von den Alpen gelegenen „vindelicischen" Continents an der Grenze von Landeinströmungen und den Strömungen des offenen Meeres gelegen haben. Die Zone soll sich durch Erhebungen (insel- und halbinselartige) jüngster Sedimente vor der eigentlichen Continentalmasse gebildet haben, so dass besonders meerwärts sich das Gebiet in einer gewissen, wenn auch labilen Abtrennung befunden hat und keine rein continental und keine rein marin beeinflussten Sedimentationsbedingungen vorlagen. Die bei den erwiesenen Schichtbewegungen auftretenden tektonischen Störungen waren begleitet von Perioden stärkeren und geringeren, wie wir annehmen, thermischen Quellflusses, welche den Eisenoolith zwar in bewegtem, aber nicht heftig bewegtem Wasser abgesetzt hat. Diese Quellen, die aus grösserer Tiefe stammten und sicher kohlensäurehaltig waren, mussten durchaus kalkarme, eisensalze- und kieselsäurereiche Gebiete durchsetzt haben, welches ja das Charakteristikum der vindelicischen Facies im Gegensatz zu der alpinen Facies ist. Dies lässt auch auf Sand- und Glaukonitfacies der in unserem Gebiete noch mergeligen Complexe unter den Götzreuther Schichten in deren Erstreckung nach Norden und Nordosten schliessen.

Die Annahme einer diagenetischen Umbildung eines Ooliths aus Kalkcarbonat in eine Eisenoxyd-Pseudomorphose oder einer substituirenden oolithischen Umwandlung eines gleichmässigen Kalks ist ganz ausgeschlossen; die im Vorhergehenden nach den vorauszusetzenden Thatsachen geordneten Begründungen dieses Standpunktes lassen sich übersichtlicher folgendermassen ordnen.

Die Gründe sind in der Hauptsache, wie nicht anders zu erwarten, indirekte d. h. gegen die Möglichkeit der Diagenese gerichtete. Als einzigen direkten Grund bezeichneten wir (S. 116) die unregelmässige meist etwas abgeplattete Form der Oolithkörner, welche nicht durch Schichtendruck entstanden ist und durch einseitige Gewichtserhöhung die ursprüngliche Betheiligung der Eisenverbindung beweist. Gegen die Diagenese überhaupt spricht die Struktur des Fossilerzes; es liegt keine Substitution der Kalksubstanz vor, sondern eine feinste Infiltration nach vorhergegangener Strukturlockerung durch Zersetzung der eingeschlossenen organischen Substanz. Mineralische Kalkoolithbildungen haben aber im Allgemeinen nur wenig organische Substanz, trotzdem zeigen die Eisenoolithe nirgends auch nur geringe Mengen von Kalk, während die vererzten Nummuliten noch sehr bedeutenden Kalkgehalt besitzen.

Gegen die Diagenese an Ort und Stelle spricht 1. die palaeontologische Verschiedenheit der vererzten und nicht vererzten, gemischten Nummulitenfaunen, 2. das Fehlen der Vererzung in sämmtlichen beigemengten Calcit- oder Arragonitschalen, 3. bei starker Betheiligung der Kieselsäure im Oolith das Fehlen jeder Verkieselungserscheinung, 4. das Vorhandensein von Lagen mit Eisen incrustirter Geschiebe heterogener Gesteine beim Fehlen aller mineralischen Incrustations- oder Gangbildungen, 5. das Fehlen aller Andeutungen morphologisch vorgebildeter

Kalkoolithe in der ganzen Formation und aller ihrer erdenklichen Ablagerungszonen, 6. das Fehlen aller solcher Kalksteine, in denen eine oolithische Struktur erst hervorgebracht werden könnte, 7. beim Fehlen aller Anzeichen einer früheren Continuität des Gesteins, das deutliche Vorhandensein von Anzeichen der Aggregation der Oolithkörner mit Abgrenzungen der Oolithlager nach Schichtfugen bei sonst nicht wesentlich verschiedenen Gesteinen, 8. das Vorhandensein von Oolithlagern in Complexen, bei denen theoretisch wesentliche chemische Umbildungen nicht möglich und nachweislich nicht vorhanden waren, 9. der Unterschied des Eisenoxyd-Ooliths und des Bindemittels in den Oolithflötzen überhaupt.

Gegen die Diagenese an einer zweiten Stelle spricht 1. dass die incrustirten Gebilde der Knollenlage Geschieben aus dem Niveau der darunter lagernden Schichten entsprechen, was dann auch für den Eisenoolith gelten müsste, 2. dass die Geschiebe-Knollen mit dem Rotherz und dessen Fossilien auf dritter Lagerstätte liegen müssten, was bei der Art ihrer Erhaltung nicht wahrscheinlich ist; 3. da das Ursprungsgebiet von Geschiebe-Knollen und Oolith für die verschiedenen Erzlagen dasselbe und die Strömungsrichtung genau bekannt ist, so müssten im Allgemeinen die feineren Oolithe eine weitere Verbreitung, die Geschiebe eine geringere haben; 4. die Diagenese eines dem rothen Flötz entsprechenden hypothetischen Kalkoolithlagers hätte schon völlig und ausnahmslos abgeschlossen sein müssen, bevor das unterste Rotherzgeschiebelager direkt darüber entstand; Zufuhr der Eisenlösung und die Umsatzprozesse bedürfen eines sehr grossen Zeitraumes, einer kleinen „Continentalperiode“ für das Rothflötz, die jedenfalls nicht stattgefunden hat, ebenso wenig wie für das untereocäne Erz in Bezug auf das Erz des Rothflötzes, wie für das Schwarzflötz in Bezug auf die Mittelschichten; 5. müssten, da die Zeitdauer der Kalkoolithbildung, der Substitution und endlich der Umlagerung überhaupt eine sehr ausgedehnte würde, gleichzeitige einfache Sandkorn-Sedimente eine unvergleichlich grössere Mächtigkeit erlangen, als alle Eisenoolith-Sedimente; dies ist aber in den eisenoolithfreien, nördlichen und südlichen Sandsteinzonen mit gleichen Unterabtheilungen bis in den Schichtcomplexen weder im Kressenberg, Tölz und Grünten, noch in der Schweiz zwischen dem Sentis und dem Rigi (vgl. Cap. XXV) der Fall. Vielmehr verhalten sich die Mächtigkeiten wesentlich gleich.

Capitel XXV.

(Zugleich Nachtrag zu Cap. XXI und XXII.)

Die genauere Beantwortung der Frage nach der Lage des versunkenen vindelicischen Continents, welchen v. Gümbel vorzüglich nach dem allgemeinen Unterschied zwischen germanischer und alpiner Facies begründete und von dem er annahm, dass er bis in die Tertiärzeit an seiner Stelle verharrte, hat, wie aus dem Vorhergehenden gefolgert werden kann, auch eine sehr wichtige, praktische Bedeutung. Die eocänen Zonen, die wir unterscheiden konnten, erhalten ja zum Theil ihre Charakteristik durch das Auftreten der Eisenoolithe; sie werden nach unseren Ausführungen verstanden durch eine geringere oder innigere Verbindung mit dem hypothetisch nahe liegenden vindelicischen Ufer und nicht mit dem thatsächlich daneben gelagerten, heutigen alpinen Rand. Die Frage nach der ursprünglichen Herkunft und der Bildung der Erze in der Vergangenheit

liefert aber auch im Zusammenhang mit der Lösung der Geschichte ihrer jetzigen Lagerung im Gebirge die Handhabe zur Lösung der Fragen, wo sind Erzlagerstätten zu suchen, wenn die geognostische Diagnose auf tertiäre untereocäne und mitteleocäne Schichten lautet. Wir folgern aus unseren obigen Darstellungen:

1. Nur unter- und mitteleocäne Schichten nördlich der Flyschzone liefern Eisenoolithe.

2. Eisenoolithe liegen, wenn nicht gerade das hypothetische Bildungsbecken in Betracht kommt, im Sedimentationsbereich südlich von einer Adelholzener-Eisenärzter Facies und nördlich von einer Sandnockfacies. Nördlich von einer Adelholzener Facies, also unter der Molasse, haben wir kein eocänes Erz mehr zu erwarten; unter der Molasse liegt nach unserer Ansicht der vindelicische Continent, ein Urgebirgskern mit nicht sehr ausgedehnt anlagernden Kreideschichten in einer glaukonitischen Sandfacies.*)

3. Inmitten unseres Tertiärgebietes könnten wir auf die Möglichkeit einer erzreichen, weniger sandführenden Schwarzerzmodification des Rothflötzes zwischen der Eisenärzter und der Kressenberger Zone folgern, weiterhin auf eine Rotherzfortsetzung der Schwarzflötze mit abnehmendem Oolith und zunehmendem Sandgehalt nach der Sandnockzone zu. Die thatsächliche Abwesenheit dieser hypothetisch zu postulirenden Erzzonen in dem ganzen Gebiet der Kressenberger Vorderalpenzone kann mit Hilfe älterer bergbaulicher Untersuchung durch die geognostischen Aufnahmen als erwiesen erachtet werden. Die Andeutungen zu beiden Zonenfortsetzungen sind aber an der Süd- und Nordgrenze des alten Bergbaureviers thatsächlich in schwachen Andeutungen vorhanden.

Die Folgerungen unter No. 2 und 3 lauten für das Grüntengebiet natürlich etwas anders und können nur in einer genaueren geognostischen Darstellung desselben erörtert werden, wozu die Vorarbeiten gemacht sind. Aehnlich, wie man in neuester Zeit mit den Fortschritten der gesammten Bergbautechnik von Neuem der Ausbeutung der alten Zinklager in den nördlichen Kalkalpen mit Versuchsbauen näher getreten ist, so kann es nur eine Frage der Zeit sein, dass die verlassenen Eisenoolithbaue wieder mit einem gewissen nationalökonomischen Erfolge betrieben werden können. Es muss daher auch für das Grüntengebiet festgestellt werden, wie sich dort die unter 2. und 3. behandelten Punkte verhalten.

Für den Punkt 1 haben wir nun noch festzustellen, was Flysch ist, d. h. welchen Flysch wir meinen; bezüglich des Punktes 2, der die Unterlage der Molasse behandelt, liegt eine gegentheilige Ansicht eines Schweizer Geologen Dr. C. Burkhardt**) vor. Die Besprechung dieser beiden Punkte findet in der folgenden cursorischen und zusammenfassenden Betrachtung aller die vindelicische und alpine Facies betreffenden Thatsachen des nördlichen Alpenrandes ihre Erledigung.

---

*) In neuester Zeit hat Dr. v. Gümbel (Zeitschrift für Berg- u. Hüttenwesen XLIV 1896, S. 182) seine Ansicht über die jetzige Lage des vindelicischen Continents dahin präcisirt, dass er unter der Molasse hinziehend als ein unterirdisches Widerlager des seitlichen Alpenschubs ungefähr in der Richtung der Grenze von älteren und jüngeren Molassebildungen gewirkt habe, an dessen Südwand sich erstere stark aufstauten, während nördlich davon sich mehr oder weniger horizontale Schichtenlagerung einstellt.

**) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lief. XXXII,

Was den ersten Punkt betrifft, so meinen wir besonders den Flysch zwischen Teisendorf und Sonthofen; für diesen Bereich haben wir den Unterschied zwischen vindelicisch-litoraler und alpin-pelagischer Facieszone vorzüglich aufgestellt; in der ersteren haben wir östlich die Folge: untere Nierenthalschichten, Pattenauer-, Götzreuther- (mit Hachauer) Schichten, discordant hier auflagerndes oberes Untereocän mit vereinzelten Nummuliten, — im alpinen Bereich: untere Nierenthalschichten, obere Nierenthalschichten (als Vertreter der Pattenauer und Götzreuter Sch.) und Flysch als Vertreter eocäner Sandsteine (sowohl in den Achthaler Sandsteinen als am Grünten in bisher Nummuliten führenden Schichten haben wir schöne Uebergänge zur eigentlichen Flyschfacies, welche zum Theil vindelicisch pelagisch genannt werden können); im Hangenden des Flysches schien wenigstens an einer Stelle noch Mitteleocän vorzuliegen (vergl. den Schluss dieses Capitels).

Wenn nun früher oder später keine starken Umwälzungen in dem alpinen und vindelicischen Continent zu beobachten sind, so ist das von vornherein festzustellen, dass die Ablagerungen anderer Formationsglieder nördlich vom Flysch vindelicischen Charakters und solche südlich dieser Zone alpin-pelagischen oder alpin-litoralen Charakter an sich tragen.

Das gilt in vieler Hinsicht schon vom Neocom, ist aber vom Gault aufwärts in besonderer Deutlichkeit der Fall; der Gault selbst ist nördlich der Flyschzone vom Grünten an bis in die Partenkirchener Vorberge als Glaukonitsandstein entwickelt; südlich davon haben wir drei Fundpunkte: ein kleiner Aufschluss bei Hindelang, ziemlich ausgedehnte Strecken im Vilser Gebirge und ein geringes Anstehen S. der Kampenwand (S. Chiemsee) und zwar in einer Ausbildung, wie sie nördlich vom Flysch nirgends beobachtet ist, nämlich Gault-Cephalopoden-Mergel, welche sehr thonig und makroskopisch ganz sand- und glaukonitfrei sind.

Aus dem Galtsandstein entwickelt sich nun unmittelbar der Seewer-Kalk*), der sich, soweit die Galtgrünsandstein-Facies reicht (Grub an der Loisach), auf der Nordseite des Flysches nach Osten verfolgen lässt; er ist bedeckt von den Seewer-Mergeln, welche senonen Alters sind. Zum Theil enthält der Seewerkalk selbst noch Senon, zum Theil ist er cenomanen Alters.

Der Seewerkalk und Mergel ist vindelicisch-pelagisch; seine alpine Vertretung ist besonders auffallend; es sind a) cenomane Orbitulinen-Mergel, Breccien- und Sandsteine, welche gelegentlich an geschützteren Stellen auch faunistisch einen alpin-litoralen Charakter annehmen; die Orbitulinen-Mergel und Sandsteine dagegen scheinen sich mehr dem alpin pelagischen Gebiet zu nähern, b) ist hier die ganze Gosauformation als alpin-litorales Untersenon dem Seewen-Kalk-Complex gleichzustellen.

Der Gegensatz ist hier sehr bedeutend; nur ist eine kleine Verschiebung derart eingetreten, so dass wir auf alpiner Seite mehr litorale, häufig über älteres Gebirge transgredirende, auf vindelicischer Seite mehr pelagische Ablagerungen haben.

Am Ende des Untersenon und Beginn des Obersenon wird zum grossen Theil unser ganzes Gebiet von mehr pelagischen Ablagerungen: Inoceramen-Mergeln (stellenweise in Cephalopodenfacies) bedeckt. In diese greifen aber

*) Zu der Anmerkung S. 20 gemachten Bemerkung über den continuirlichen Verwachsungs-Uebergang von Gault-Grünsand in Seewenkalk vgl. auch Kaufmann, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Bd. 24. 1, 1886, S. 535.

von Norden hin wieder glaukonitische Sandsteine ein, welche zum Theil nur nördlich vom Flysch verbleiben, zum Theil aber auch in die Flyschzone selbst fortsetzen: die „Burgbergsandsteine" des oberen Senon mit den Bänken der *Gryphaea vesicularis*. Die petrographische und faunistische Faciesgleichheit mit den Glaukonitbänken mit *Gryphaea cf. Brongniarti* bei Mattsee und im Kressenberg erlaubt uns zu sagen, dass diese Bildung eine der pelagischen Seite des vindelicischen Litorals angehörige ist. Glaukonitbildung (vgl. S. 00) scheint klares, nahezu schlammfreies, quarzsandführendes Wasser in nicht tiefen Gebieten zu verlangen. Auch für den Galtglaukonit scheint dies zu gelten; nach Vacek ist der Untergrund des alpinen Gault vom Westen der Alpen bis zum Vorarlberg ein sehr unregelmässiger gewesen und diese Formation selbst an manchen Stellen entweder nicht abgelagert oder später erodirt worden. Die Verhältnisse bei Hindelang und Vils zeigen die Gault- und Cenoman-Ablagerungen in ganz getrennten Gebieten. Das nördlicher gelegene Cenoman hat keine Galtunterlage; es war also sein Untergrund zur Gaultzeit auch am alpinen Ufer in isolirten Partien trocken gelegt. Das Galtmeer war also jedenfalls ein ganz flaches und erklärt sich die ausserordentliche südliche Verbreitung des Glaukonits im Schweizerischen Westen.

Vom Grünten an nach Westen treten nämlich die Ablagerungen, die wir bis jetzt nur nördlich vom Flysch kennen, ganz und gar im Flyschgebiet selbst und südlich von demselben auf; die Aenderung der Verhältnisse wird am besten durch die Betrachtung der Hachauer (Übergötzreuter) Sandsteine bzw. Oberstdorfer Glaukonitsandsteine eingeleitet; dieser Horizont, der wahrscheinlich allein auf vindelicischer Seite die alpine Maestrichtstufe vertritt, liegt nur nördlich vom Flysch. Im Grüntengebiet erscheint sie nun plötzlich zwischen den zwei Flyschzügen ganz im Süden, und sogar eigentlich südlich von dem Vorarlberger Tithonkreidegebirge.

Wir haben nun im Kressenberger Gebiete schon festgestellt, dass die Hachauer Schicht erst im südlichsten vindelicischen Bereich ihrer Unterlage auftritt, dass also ihr Liegendes die Götzreuter Schichten schon in einer weiten Fläche trocken gelegt waren, und dieser Bereich der vindelicisch alpinen Faciesgrenze nahe lag. Gleiches gilt vom Grünten; wir haben die Oberstdorfer Facies westlich von Fluhenstein-Sonthofen und bei Oberstdorf auf der Seewenmergelfacies der nördlich am Grüntenfusse noch wohl unterscheidbaren Pattenauer und Götzreuther Schichten. Die Erhebung der nördlichen cretacischen Ablagerungen erstreckte sich also hier weit nach der alpinen Küste hin und legte fast die gesammte Seewer-Mergel-Oberfläche trocken; die Küstenlinie strich scheinbar hier aus dem vindelicischen Gebiet transversal in das alpine nach der jetzigen Linie Sonthofen-Oberstdorf quer unter dem ostwestlich streichenden Flyschgebiet von Norden nach Süden. Ein solcher transversaler Küstenstrich war, wie Vacek bei der Besprechung des Vorarlberger Tithonkreidegebirges auseinandersetzt, schon cretacisch etwas vorgebildet. An dieser Stelle treten wir ja auch in das helvetische Alpen-Gebirge, welches faunistisch und tektonisch ein ziemlich verschiedenes Gepräge hat. Welcher Art die westliche Fortsetzung dieser Oberstdorfer Schichten in der Schweiz ist, das ist bis jetzt nicht festgestellt; entweder war ihr schmales Vorbereitungsgebiet Ursache ihrer gänzlichen Emersion im Westen, oder sie fehlen in der Schweiz ganz. Quereau identificirt die Wangschichten mit den Oberstdorfer Schichten, indem er zugleich die Wang-

schichten von den Seewer-Mergeln kartistisch trennt; wir haben aber den Terminus noch im Sinne der älteren Publication Eschers über den Sentis Wangschichten plus Seewen-Mergeln gebraucht und schon gesagt, dass diese Wangschichten unsere Pattenauer und Götzreuter Schichten vertreten*) und auf diesen erst die Hachauer (Oberstdorfer) Schicht folgt. Diese Schicht fehlt also im Gebiet der Iberger Klippen und wäre südlicher von diesen zu suchen, wenn sie überhaupt im Westen noch ausgebildet war. Da die eigentliche alpine Küste zu dieser Zeit aber auch eine Erhebung erlitt, so konnte zwischen Oberstdorf und Feldkirch nur eine ganz schwache, dem alpinen Rand genäherte Meerescommunikation südlich vom Vorarlberger Gebirge die östlichen und westlichen Kreidemeere verbinden, worauf dann eine vollständige Trockenlegung des ganzen vindelicisch-alpinen Gebietes erfolgte.

Eine neue Ueberschwemmung begann nun zur mittleren bis oberen Untereocänzeit; vindelicischerseits beginnen die Ablagerungen in genau derselben Facies, in der die Götzreuter und Hachauer Kreide geendet hat. Wenn daher östlich von Salzburg schon in der oberen Kreide die typische Flyschfacies begonnen hat, so könnte auch im alpinen Reich nach der cretacisch-tertiären Continentalperiode eine Flyschfacies ebenso fortgesetzt werden, wie die vindelicische von der Kreide nach dem Londonien zu gar keine Aenderung erfährt.

Kleine Faciesunregelmässigkeiten, welche in den untersten Schichten vindelicischerseits zu bemerken sind, legen nahe, dass wir hier mitten im litoralen Gebiete sind und insulare Unterbrechungen des Ablagerungsterrains vorlagen, welche erst durch das Untereocän selbst ausgeebnet wurden. Das darüberliegende untere Parisien hat aber, allmälig weit über diese untereocäne Küstenregion hinausschreitend, sie mit mehr pelagischen Ablagerungen bedeckt. Das obere

*) Ich möchte nicht einmal sagen, dass diese Wangschichtenfacies einer alpinen Vertretung dieser beiden in Bayern vorhandenen Kreideglieder, wie wir sie in der oberen rothen Belemnitellen- und Inoceramenführenden Abtheilung der Nierenthalschichten gedeutet haben, entspricht. Ihre Facies liegt noch im Umkreis der vindelicischen Charaktere, die ja vom Grüntengebiete an so scharf an südlicher Ausdehnung gewinnen und in der ganzen Schweiz die eigentlichen alpinen Bildungen in fast allen Kreidegliedern verdrängt haben; nirgends haben wir ja hier die Mergelfacies des ganzen Neocom, der glaukonitfreien Galtmergel, das Orbitolinen-Cenoman, die Gosaubildungen oder die rothen Nierenthalschichten. Dabei ist zu bedenken, dass in den Wangschichten Belemnitellen und Inoceramen gefunden wurden, welche beiden im Burgberggrünsand fehlen (nach Hans Imkeller kommt im gleichalterigen Stallauer Grünsand *Inoceramus Cripsi* äusserst selten vor und *Belemnitella mucronata* nur in der Uebergangslage zu den Pattenauer Schichten, wo sie nun ihr eigentliches Lager hat). In den Hachauer Schichten bzw. dem Oberstdorfer Grünsand fehlen beide Arten vollständig, und erkennt auch Quereau petrographische Verschiedenheiten der Wangschichten und Oberstdorfer Grünsandsteine an. Zwischen gewissen Ausbildungen des Götzreuter-Pattenauer Complexes im Grüntengebiete und bei Tölz einerseits und den Wangschichten der Schweizer Geologen andererseits liegen aber viel geringere petrographische Unterschiede vor. Die soeben erschienene Darstellung der Kreideketten zwischen Klönthal, Sihl und Linth von Dr. C. Burckhard, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz XXXV., (Lief. V. N. F.), die mir in der Anmerkung zu berücksichtigen möglich ist, erwähnt ein dem Autor selbst fraglich untereocänes Lager der *Gryphaea Escheri*, welches sich nur in der „Südzone" des Gebietes hält. Ich halte dies für ein Aequivalent der Oberstdorf-Hachauer Schichten, deren Ablagerungsboden verschmälert im Kressenberg- und Grüntengebiet nach Süden vorgerückt ist; auch Burckhardt hält die nördliche Region für die Küste dieses Beckens. Die die *Gryphaea Escheri* repräsentirende Spielart der *Gryphaea vesicularis* kommt ja auch in den Hachauer (-Oberstdorfer) Schichten stellenweise allein und massenhaftvor; es ist nicht nöthig, hier auf die Burgborg (-Stallauer) Gryphaeen-Lager zum Vergleich zurückzugreifen.

Parisien transgredirt endlich wieder über obere Kreide des nördlichen Continents. Der Flysch bedeckte nun auch auf der alpinen Seite das alte Gebiet der oberen Kreide ganz, wie dies die Bucht von Reichenhall beweist, er verhält sich in unserem Gebiete nicht alpin litoral, sondern mehr alpin pelagisch.

Wenn nun im bayerischen Gebiete der Flysch auch als untereocän bis mitteleocän gelten kann, so steht dem entgegen, dass im ganzen helvetischen Gebiete derselbe mindestens obereocän nach Uebereinstimmung aller diese Gebiete kennenden Forscher ist; es sollte darnach, abgesehen von dem Inoceramenflysch, zwei verschiedenalterige Flyschcomplexe geben, was auch in der Lagerung und Verbreitung hervortreten müsste. Dies ist scheinbar der Fall; es theilt sich, wie bekannt, westlich von Sonthofen-Oberstdorf der bisher einfache Flyschzug in zwei Züge, ein nördlicher zieht zum Fähnern, ein südlicher nach Feldkirch in's Toggenburgische; der nördliche setzt scheinbar die östlich vom Grünten bis zum Kressenberg bemerkbaren Verhältnisse fort. Wir haben N. von den Fähnern Kreide und Eocän in vindelicischer Facies, am Südhang derselben dagegen auf weite Strecken hin die Folge von Seewen-Inoceramen-Mergel und Flysch ohne eine Spur von Numuliten-Zwischenlagen zu beobachten, welche letzteren wenig nördlich davon sehr mächtig sind (vgl. Escher v. d. Linth: Die Sentisgruppe 1878 S. 52). Südlich von diesem Flyschzug im Toggenburgischen haben wir aber zwischen Flysch und Seewenmergel die Nummulitenschichten auf weite Strecken hin gut aufgeschlossen (vgl. Rothpletz, Geotekt. Probleme 1894 S. 46), und es ist hervorzuheben, dass dieser Zug die Fortsetzung des Oberstdorf-Feldkircher Zugs ist, welcher nach Vacek südlich vom Hoch-Freschen an der Vordergarnitzenalp Nummulitensandsteine zwischen den Seewen-Mergeln und dem südlichen Flyschzug führt (vgl. Jahrbuch d. k. k. Geol. R.-A. 1879). Dieser Flysch ist der Complex, in dem ausser am Pilatus durch Kaufmann noch an vielen anderen Stellen der Flyschverbreitung jene Foraminiferen und Lithothamnien-Kalke gefunden wurden, welche ihn, d. h. den unteren sogenannten Rigiflysch, in Parallele stellen mit unseren (vindelicischen) Granitmarmorstockletten, die schon im Grüntengebiet über typischen mitteleocänen Eisenoolithschichten liegend die Fleckenmergelfacies der Nierenthalschichten (Seewenmergel) annehmen und des Granitmarmors entbehren, also mehr pelagischen Charakter haben. Auf der alpinen Seite dieses Gebietes könnten sie dann sehr wohl noch mehr den alpinen Flyschcharakter ganz annehmen. Dass wir es schon im südlichen Theil des Grüntenflysches zweifellos auch mit dem höheren Flysch zu thun haben, das scheint mir aus dem daselbst auftretenden und im Flysch Lager bildenden Eruptivgestein hervorzugehen, dem von Dr. Reiser unter die Diabase gestellten Alpenmelaphyr. Vergleichbare Eruptivgesteine kommen mit Tuffen in Sandsteine übergehend in den zum oberen Flysch der Schweiz gehörigen Taveyanaz-Sandsteinen vor.

In dem nördlichen Flyschzug des Vorarlberger Kreide-Tithon-Gebirges, des Uebergangsgebiets zwischen Bayern und der Schweiz, zeigt sich nach Vacek zuerst im Osten das bekannte Verhalten der Auflagerung der Flysches auf Urgon, Gault und Seewenschichten. Weiter westlich, vom Bad Haslach an nach Dornbirn zu, schaltet sich aber zwischen den Flysch und die Seewengebilde Nummulitenkalk an, zum Theil mit ausklingender vindelicischer Facies. Da sieh dies im Hangenden der ungestörten Fortsetzung des nördlichen Kreidesattels zeigt und die Flyschfortsetzung ost-westlich auch offenbar ungestört statt-

findet, so wäre darnach dieser Flysch obereocän und der Flysch der Fähnern, der in seiner Fortsetzung liegt, wäre entweder nicht wie wir annahmen untereocän und identisch mit den bayerischen Verhältnissen, oder letzteres ist der Fall, und dann könnten wir zwischen bayerischem und schweizerischem Flysch auch stratigraphisch keinen Unterschied machen, d. h. ersterer müsste auch jünger als mitteleocän sein.

Wir müssen demnach auf die Frage nach dem alpinen und vindelicischen Ufer in der Schweiz näher eingehen.

In der Zone des helvetischen Flysches befinden wir uns in einem, dem alpinen Litoral anstossenden, mehr pelagischen Flachseegebiet des mittleren und oberen Eocänmeeres. Wie wir von unserem Kressenberggebiete an bis Neubeuern und Tölz Transgressionen von Süden nach Norden zu haben, d. h. der obere Abschnitt des bei uns vorkommenden Mitteleocäns nur über nördlich davon liegende Kreide transgredirt und niemals weder hier noch im Grüntengebiet der *Complanatus* Horizont in den südlichen an den Flysch stossenden Nummulitenzonen auftritt oder unteres Mitteleocän oder Untereocän unmittelbar auf cretacischen Schichten liegt, so transgrediren, wie dies Kaufmann im Pilatusgebiete ausführlich dargestellt hat, *Num. complanatus*-Schichten über ein schmales Band am Nordhang des Pilatus sich hinziehenden unteren Quarzsandsteins. Dieser zieht sich breitzungenförmig in das Eocängebiet des Pilatusstockes herein und verschwindet nach Süden, Osten und Westen. Südlich und südöstlich vom Vierwaldstätter See, in der Klippenregion, liegt der Complanatus-Kalk unmittelbar auf den Wangschichten.*) In diesem unteren Quarzsandstein sehe ich die Aequivalente unserer Mittelschichten und Rotherzschichten in der Eisenärzter Sandfacies. Kaufmanns Detailaufnahmen des Blattes XIII der geologischen Karte der Schweiz verdankt die oben S. 24—57 dargestellte Zonenunterscheidung im Mitteleocän eine sehr interessante Bestätigung. Südlich vom Pilatus zwischen Gyswyl und Stanz unterscheidet er zwei Facies und Zonen, die auch cartistisch getrennt sind: eine Mergel- und Kalkfacies (Melchaafacies) und eine Glaukonit- und Kalkfacies (Bürgenfacies). Erstere entspricht durchaus unserer Adelholzener Facies nach der artenarmen und individuenreichen Zusammensetzung des Nummulitenfauna und der fast völligen Abwesenheit von Conchylien; die Bürgenfacies ist hinsichtlich beider Fossilgesellschaften reicher an Arten; es entwickeln sich Glaukonitsande, oben und unter dem Nummuliten Kalk, letztere lassen sich (vgl. Kaufmann l. c. 144—145) leicht unseren „Mittelschichten" gleichstellen; es zeigen sich hier sehr interessante Parallelen zu dem Uebergang der Adelholzenerfacies in die der Eisenärzter Zone (Lechnergraben, Wollsberggraben und Oberkammer-

*) Kaufmann hat die oben Seite 79 angeführte Erscheinung, dass auch Pectinitenschiefer und oberer Quarzsandstein über den Complanatuskalk transgrediren, später (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Bd. 24, I) berichtigt, sie darf also in den oben S. 79 angeführten Zusammenhang nicht verwerthet werden. Da die gegenwärtige Abhandlung ursprünglich blos als eine Erläuterung der Karte des Kressenberggebiets beabsichtigt war und zuerst absichtlich das Studium der ausserbayerischen Literatur vermieden wurde, so erforderten doch die allgemeineren Gesichtspunkte nach Abschluss des Ganzen endlich einen kurzen Ueberblick über die auswärtigen Verhältnisse. Es blieben mir daher alle in der schweizerischen Literatur auf den vindelicischen Continent bezügliche und beziehbare Daten unbekannt; die über Kaufmanns Pilatus-Studie und Eschers Darstellung der Sentisgruppe hinausgehende Literatur ist daher im Nachfolgenden noch berücksichtigt, und es werden wichtige Thatsachen für unsere Anschauungen erst jetzt in einer nach unserem Gesichtspunkt geordneten Uebersicht der schweizerischen Verhältnisse dargestellt.

lohe bei Tölz). Darauf folgt die Hohgantfacies, welche diesen Zonen bis zu den Iberger Klippen vorgelagert ist und am meisten Aehnlichkeit mit der Eisenärzter Facies selbst in Bayern besitzt. Bemerkenswerth ist, dass in diesen drei Zonen weder *Numm. distans*, noch *N. Kaufmanni* oder *N. irregularis* erwähnt werden. Das Verbreitungsgebiet des *N. distans* beginnt in Bayern auch erst mit der Eisenärzter Zone,*) worauf wir noch zurückkommen. Das Wichtige dieser Thatsachen ist aber das, dass die Eisenärzt-Hohgantzone der Adelholzen-Melchaa-Bürgenfacies in ganzer Breite nördlich vorgelagert ist, dieselbe im Osten und Westen überflügelt, dass diese zwei Hauptzonencomplexe parallel neben einander herstreichende, selbständige Zonen darstellen und dass ihre Reihenfolge, von Norden nach Süden orientirt, gerade die umgekehrte ist als in den bayerischen Gebieten.

Da die Melchaa-Bürgenfacies das südlichste Verbreitungsgebiet der Pariser Stufe ist und wir uns bezüglich des Complanatus-Horizontes zweifellos auf einem Meeresboden befinden, der sehr unregelmässig gestaltet war (vgl. unten) und viele insulare Lücken aufweist, auf denen die Complanatus-Lage nicht zum Absatz kam, so schliessen wir daraus auf ein flaches Gebiet des alpinen Ufers dieser engeren Periode. Nicht unwichtig scheint mir hierbei, zu betonen, dass das in Rede stehende Gebiet in der Umgebung der Stanzer Horn-, Buochser Horn-Klippen und dem westlicheren klippenartigen Auftreten des Trias zwischen Gyswyl-Halternthal gelegen ist und dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass diese Gebiete schon zur Eocänzeit als Bodenerhebungen hervorgeragt haben, in deren Umgebung geringe Meerestiefen und schwache Strömungen herrschten (vgl. unten). Wir haben dann in dieses Gebiet die Reihenfolge zu tieferen Meeresabsätzen mit stärkeren Strömungen des offenen Meeres in der Richtung von Süden nach Norden, die gleichen Erscheinungen haben wir nördlich vom Flysch in Bayern von Norden nach Süden und erkennen darin eine Bestätigung unserer Ansicht bezüglich des damaligen vindelicischen Ufers (bezüglich der submarinen Küstenbarre vergleiche unten S. 145 u. ff).

Es ist nun die Frage zu erledigen, ob in der Schweiz nicht auch die vindelicische Facies in irgend einer Weise vertreten ist und wo sie sich hinzieht; diese Facies kann faunistisch und petrographisch begründet werden. Man hat nun bei manchen Vorkommen derselben schon lange auf gewisse Aehnlichkeiten mit denen vom Kressenberg hingewiesen; in der weiteren Umgebung von Steinbach-Einsiedeln war es eine Gasteropoden- und Korallen-Grünsandschicht im Hangenden des Nummulitenkalkes; bei Dornbirn, Weesen und Lowerz war es das Auftreten von rothem Eisenerzlinsenstein. Wir wollen die einzelnen Punkte des Auftretens auch hinsichtlich ihrer Nummulitenfauna verfolgen.

Der Lowerzerstock erscheint als mehrfache tektonische Wiederholung von mitteleocänem Nummulitenkalk, in deren Hangendem Stockletten auftreten. Letztere haben die Fleckenmergelfacies der Stockletten am Grünten; es ist

*) Am Nordostfuss des Stanzer Horns erwähnt Mösch *Numm. Heeri* die Begleitform des *Numm. Murchisoni;* letztere ist in Bayern in besonderer Häufigkeit und weiter Verbreitung in der Eisenärzter Zone zu erwähnen, darnach sollten die südlicheren Vorkommen zwischen Rothstock und dem Buochser Horn, soweit sie der Pariser Stufe angehören, alle der Melchaa Facies zuzuschreiben sein. Bemerkenswerth ist auch, dass auf der alpinen Seite der erwähnten Zonen *Num. lucasanus* auftritt, der bei uns ganz fehlt.

schwer, zu entscheiden, ob nicht einer der Kalkzüge einem Granitmarmor entspricht; drei Riffe c) e) und i) (vgl. Kaufmann, Beiträge etc. 1872 S. 94—97) sind jedenfalls mitteleocäne Riffe und zeigen Eisenoolith in einer Qualität, welche den schlechten vom Grünten-Kressenberg-Gebiet entspricht. In dem Erz kommen nur *Num. distans, Kaufmanni, Ramondi, biarritzensis, Assil. Leymeriei* und *Alveolina* vor. Wir haben nun oben ausgeführt, dass das obere Schwarzerz die Mittelschichten beschliesst und die Complanataschichten beginnen lässt, es örtlich einerseits den Complanatusschichten, andererseits den obersten Mittelschichten zuzutheilen sei, die ja in ihren untersten Distanslagen auch noch (besonders im Grüntengebiet) erzführend sind. Bei Lowerz haben wir eine Vereinigung von Mittelschichten und unteren *Distans-Complanatus*-Schichten in der Rotherzfacies, wie sie stellenweise am Grünten schon auftritt; es würde die Stelle also einer südlich vom Kressenberg liegenden Zone entsprechen, wo das untere Rothflötz verschwunden ist und das Schwarzflötz die höhere Oxydationsstufe gewonnen hat. Bemerkenswerth ist, dass die erwähnten Nummuliten (wozu noch *Num. irregularis* bei Steinen hinzuzufügen ist) mitsammt der *Aveolinen*, ebenso wenig wie sie in der Adelholzener Facies vorkommen, auch in der Bürgen-Melchaa Facies fehlen und für *Numm. complanatus*, der bei Lowerz, wie ausdrücklich von Kaufmann bemerkt wird, fehlt, der *Numm. distans* eintritt. *Numm. complanatus* kommt zum letzten Male in dem südlichen Verbreitungsgebiet der Hohgant-Facies bei Neuhaus am Thuner See in den tieferen Quarzsandstein-Lagen vor und fehlt im nördlichen Hohgantsandstein ganz, wie der bei uns auch stellenweise in dem Uebergangsstrich der Adelholzen-Eisenerzfacies (Lechner-Wollsberggraben) erwähnt wurde.

Erwähnenswerth ist auch in dieser Hinsicht, abgesehen von *Cancer Sonthofensis* aus der Fortsetzung des Lowerzer Stocks im Burgriff bei Steinen, noch Kaufmanns Beobachtung vererzter Nummuliten, welche vielleicht auf *Nummulites perforatus* und juv. *laevigatus* zurückzuführen sind, vgl. Seite 111. Auch die grosse *Operculina gigantea* M.-E. von Steinbach und Weesen, welche auch in den tieferen Lagen von Mattsee (vgl. Prof. S. 55) häufig ist, kann für diese Zonenentwickelung (Kressenberg-Sandnock) angeführt werden; sie kommt auch in dem rothen bis braunen Riff f) bei Lowerz vor.

Zur petrographischen Charakterisirung der vindelicischen Facies kann auch das Fehlen des *Numm. lucasanus* dienen, welcher aus der Bürgenfacies wohlbekannt ist und sich nach der subalpinen Zone zu verliert. — Ausser dem Eisenerz ist auch das Vorkommen von phosphoritischen Bildungen für diese Zone bemerkenswerth.

In der Fortsetzung des Lowerzer Riffs südlich vom Rigi bleiben die Verhältnisse ziemlich gleich. Am Boglistein entsprechen die grün-rothen Partieen den Mittelschichten, die weise Partie dem Complanatus-Distanskalk; die Verhältnisse sind hier sehr ähnlich denen, welche H. Imkeller von Enzenau darstellen wird; man vergleiche besonders die Bemerkungen Kaufmanns l. c. 1872. S. 111 bezüglich der Fortsetzung des Kalkes nach Gersau. Scharf unterschieden ist hier die Facies dieses von Kaufmann „subalpin" genannten Eocänstriches gegenüber der Facies der Nummulitenschichten der unmittelbar südlich vorliegenden Vitznauer-Hochfluhkette; hier liegt die Bürgen-Melchaa-

Facies mit *Numm. complanatus* vor;*) der Unterschied ist so stark, dass Kaufmann 1872 die Lowerzer Gebilde noch dem unteren Flysch zutheilte; es liegen aber nur Faciesunterschiede vor.

In der westlichen Fortsetzung des zwischen der Molasse und der Kreide der Hohgant-Pilatuskette eingedrückten „subalpinen Eocänstriches" liefert die Gegend zwischen Flühli und Kemmeri (Kl. und Gr. Emmenfl.) brauchbare Aufschlüsse; bei Thoregg steht auch oberes (Parisien) Mitteleocän mit Nummuliten an, unter welchen für unsere Frage besonders *Numm. Kaufmanni, irregularis* und *subirregularis* zu erwähnen ist; im Thorbach soll nun auch Glaukonitsandstein mit *Numm. complanatus* vorkommen, desgleichen an der Steinwang, soweit Kaufmann berichtet. Von Steinwang erwähnt aber nun Mayer-Eymar, welcher zuerst den *Numm. distans* von d'Archiac in zwei gute Arten getheilt hat, denselben also wohl festzustellen die Autorität hat, ausdrücklich nur *Numm. distans*; es dürfte also auch die Angabe eines *N. complanatus*-artigen Nummulits im Thorbach auf *Numm. distans* zurückzuführen sein. In den noch weiter westlich liegenden Aufschlüssen bei Kadhaus-Imberg werden wieder *Alveolinen* und *Numm. Kaufmanni* in der Grobsandsteinfacies erwähnt.

Dieser subalpine Strich von Lowerz-Platten bis zum Thuner See stellt also einen Strich ganz eigenartiger faunistischer und lithologischer Facies dar, den wir wegen nicht misszuverstehender Anklänge als vindelicisch-pelagische Ausbildung bezeichnen können; er ist von der alpin-litoralen Melchaazone und der schon mehr pelagischen Bürgenzone durch die Hohgantzone getrennt, welche sich nach Osten zu verschmälert und dort wie es scheint durch ein nördliches Uebergreifen der Glaukonitsandsteinfacies viel von ihrem eigenartigen Charakter einbüsst.

Auch östlich von unserm Ausgangspunkt Sarnen-Lowerz bleiben sich diese Hauptunterschiede gleich, die Melchaa-Bürgenfacies, deren südlichstes Auftreten weit über die Linie Sisikon-Pragel-Wiggis Alp-Fliegenspitz-Wildhaus (Freienalp) hinauszugehen und nach Heim noch in der südlichsten Eocän- (Windgälle-Tödi-Ringelspitz) Kette ganz in der Facies der mittleren Eocänverbreitung mit riesigen *N. complanatus* und sonst sehr geringem Faunenreichthum auftritt, scheint hier besonders an nördlicher wie südlicher Ausbreitung gewonnen zu haben und nördlich mit nur geringen Anzeichen einer Einschaltung der Hohgantfacies bis an die heutige subalpin liegende, vindelicische Zone zu reichen; hierbei sind auch faunistische Einwirkungen von Süden her nicht zu verkennen: *Numm. complanatus* kommt stellenweise häufiger vor und scheint über die Regionen westlich von Iberg über Gschwend-Stöckweid nach Steinbach-Euthal nördlich vorzudringen, bezw. die vindelicische Fauna nach Süden. Es sind ihr aber überall *Numm. laevigatus, biarritzensis, irregularis* und *distans, Assilina granulosa* und *Leymeriei* vergesellschaftet.

Dies ist aber ziemlich isolirt; denn im Krätzerlibach ob Euthal fehlt *N. complanatus* wieder, und hier kommen auch wieder die Eisenerze vor; ebenso bei Wesen-Fly, woher auch stark eisenschüssige Kalke bekannt sind. De la Harpe hat die Nummuliten von dort bestimmt und Moesch theilt (Beiträge etc. 14. Lief. S. 68) eine briefliche Aeusserung von de la Harpe mit, dass er es

*) Bezüglich des *Numm. complanatus-Dufrenoyi* bemerkt Kaufmann l. c. 1872 etwas Aehnliches, wie es oben S. 24, Anm., geäussert wurde; ich darf diese ältere Ansicht, die mir erst später bekannt wurde, hier nicht übergehen.

auffallend finde, dass die kleine Fauna mit *Num. Kaufmanni, irregularis, striatus, Tchihatscheffi, Assil. Leymeriei, granulosa*, welche an so vielen Stellen in den Schweizer Ostalpen vorkomme, anderwärts nur von Sebastopol und vom Kressenberg bekannt sei. Wir haben Aehnliches oben Seite 47 bezüglich des *Num. distans* schon betont und ausgenutzt und schliessen daraus, dass de la Harpe die Kressenberg-Nummuliten wohl gekannt hat und einzelne in gleicher Weise bestimmt, wie wir oben. In seiner 1880 gegebenen Liste vom Kressenberg werden zwar *Num. Kaufmanni* und *distans* noch nicht aufgeführt (s. Anm.).

Die gleiche Nummulitenfauna liegt von der Umgebung der Fähnern vor; *Num. complanatus, distans, biarritzensis, laevigatus, irregularis* u. a. *Assilina Leymeriei* u. a.; eisenschüssiges Gestein wird nur von der Sentisalp erwähnt, also von der Molassegrenze. Die erwähnte Fauna ist an den Fähnern auf verschiedene Lagen vertheilt. Bei einer kurzen Begehung des Gebietes fanden wir im Glysner Tobel *Num. perforatus, lucasanus* (?), *Kaufmanni, biarritzensis, striatus* mit *Assilina Leymeriei* und *granulosa* und *Orbitoides papyraceus* in einem schwarzen glaukonitischen, schwach sandigen Kalk, den ich mit den Mittelschichten des Kressenbergs parallelisiren möchte, dann einen grünen kalkigen Sandstein, der die Hauptmasse der zahlreichen Conchylien enthält und unseren oberen Kressenberger Schichten (Gasteropodenlager der Umgebung von Steinbach) entspricht. Schichten mit den grossen *Complanatus*-artigen Nummuliten haben jedenfalls keine grosse Bedeutung, wie dies auch für die Kressenbergfacies gilt. Die ganze südlich gelegene Zone Wildhaus, Fliegenspitze-Lochalp steht nun faunistisch und petrographisch in scharfem Gegensatz zu diesem „subalpinen" Auftreten des Pariser Complexes und bildet in jeder Hinsicht die östliche Fortsetzung der verbreiterten Melchaa-Bürgenzone.

Wir haben also von dem Thunersee bis an den Rhein zwei geschlossene Parallelcomplexe, von welchen der südliche die Ausbildung eines alpin-litoralen bis nördlich mehr pelagischen Flachseegebietes besitzt und jetzt dem eigentlichen Alpengebirge entspricht; ein zweiter nördlicher Complex liegt fast nur in dem schmalen Zwischenraum zwischen dem Alpengebirge des cretacischen Faltensystems und der Molasse eingeklemmt; dieser Complex entspricht in der Facies vollständig den südlichsten Facieszonen des bayerischen Eocäns, welches auf einem Kreideuntergrund ruht, der daselbst mit vieler Berechtigung ein vindelicischer genannt werden muss. Hier haben wir nun dieselbe Facieszonenfolge von Süden nach Norden, wie in der Ostschweiz von Norden nach Süden; wir haben ausserdem eine deutliche Uferlinie im mittleren Parisien in ostwestlicher Richtung durch den nördlichsten Verbreitungsbezirk des Eocäns

---

Anmerkung. Die eben erschienene Monographie von Dr. C. Burckhardt (Beiträge etc. Lief. 35) gestattet eine neue Stütze dieser Ansichten anzuführen; er unterscheidet in seinem Parisien eine Nord- und Südfacies; erstere schliesst sich an die Einsiedeler Gasteropodenfacies an und gehört daher noch zum Bereiche der Kressenbergfacies; die Bivalvenfacies der Nordzone scheint einer tieferen Schicht, etwa unserem Rothflötz anzugehören (wenigstens sprechen *Pecten imbricatus* und *Operculina gigantea* dafür). In der Nordzone erwähnt er Grünsand und Kalke, wobei letztere voll von Nummuliten sind, unter denen besonders *Num. distans* und nicht *N. complanatus* erwähnt wird; die Facies ist auch eine Bivalvenfacies, die Arten scheinen überhaupt andere und weniger zahlreich zu sein; es ist dies eine deutliche Annäherung an die Sandnockfacies unseres Gebietes, d. h. an die in eine Südzone umgedrehte Eisenärzter Facies. Südlich davon käme dann erst die oben nach Heim erwähnte Haupt-Entwickelung des *N. complanatus*.

hierdurch streichen, welche im oberen Parisien unter Wasser gesetzt den Beginn der Melchaa Adelholzener Facies bezeichnet.

Hierdurch ist das nördliche und südliche Ufer des unteren mitteleocänen Meeres deutlich festgestellt; seine westliche Verbreitung hingegen ist eine problematische Sache. An verschiedenen Stellen wurden von Renevier unter den Süsswasserschichten des oberen Parisien isolirte Linsen von pisolithischen Eisenlagern aufgedeckt, an den Diablerets ist die Basis ein gelblich bräunlicher bis röthlicher eisenschüssiger Sandstein, der unmittelbar in Taschen und Vertiefungen der weissen Urgonkreide liegt. Renevier fasst sie unter das Eocène d'eau douce, hält sie aber für unteres Parisien. Ganz im Bereich ihres Auftretens fällt eine isolirt aufgefundene Breccie mit dicken *Num. perforatus*, welche nach Hollande in Savoyen die Basis der Nummulitenformation bildet, in den Alpes vaudoises aber auch nur ganz local entwickelt scheint. Es sieht einerseits so aus, als ob wir hier ein Gebiet hätten, das erzbildend war und durch fortwährende Störungen seiner Ablagerungen beraubt wurde, wie wir es für das Erzbecken des Kressenbergs demonstrirt hatten. Dann wäre hier die vindelicische Continentalregion sehr dem alpinen Eocän genähert gewesen und hätte mit dieser Umbiegung überhaupt ihr westliches Ende erreicht, d. h. zur Zeit des unteren Parisien (der Zeit der unteren Erzbildungen im Osten) war nach Savoyen zu Land, welches erst zur Zeit des oberen Parisien unter Wasserbedeckung kam und hier sich die Perforata Lumachelle ebenso auf weite Strecken ablagerte als am Nord- und Südufer des östlichen Eocän-Meeres die Adelholzener Facies des oberen Parisien. Andererseits ist zu bedenken, dass die, wie wir dargestellt haben, von Osten in die Eocänbucht auftretenden Strömungen, die die ganze Breite des Eocän-Meeres wenigstens stellenweise eingenommen haben müssen, auch einen westlichen Abfluss gehabt haben sollten; eine solche enge Meeresstrasse, die, vielleicht flach, mehr dem Wasser einen Abfluss bot, als dass sie selbst Bereich der Sedimentation war, in Folge dessen aber einen Bereich der Denudation bilden musste, könnte südlich von der südlichsten Triasüberschiebungslinie der schweizerischen Westalpen wohl bestanden haben. Westlich vom Thuner See treten ja die Nummulitenschichten, welche selbst in der subalpinen Zone noch auf Wangschichten liegen, fast ohne Uebergang auf Galt- und Urgonschichten über; erst westlich von den Dents du Midi, wo sich von den Dents blanches über Lamoens, Cluses nach dem Lac d'Annecy das Gebiet der Nummulitenschichten wieder sehr verbreitert, also die Erosionswindung abfliessender Gewässer eine geringere sein musste, sehen wir uns wieder regelmässig in Schichten über dem Galt. Die Südgrenze des Ueberschiebungsgebiets der Wadtländer Alpen wäre also das Nordufer dieser hypothetischen engen Meeresstrasse gewesen.

Wichtig hierfür scheint mir die Thatsache, dass in dem Untergrund der Préalpes vaudoises (?) Kreide, Jura und Trias in der Facies vorliegen, welche in den wahrscheinlich von Norden herübergeschobenen Iberger Klippen in den Andeutungen von Resten eines vindelicischen Continents auftritt, so dass Quereau diesen Untergrund unmittelbar als ein Theil dieses nördlichen Continents ansieht; dieser Vergleich findet gewiss darin eine Stütze, dass nach Schardt diese Trias der westlichen Schweizeralpen von Norden her den süd-

lichen Flysch mit gewaltigen Massen in verschiedenen Längszügen überschiebt.*) Nun unterscheidet Renevier hier auf der rechten Seite der Rhone eine nördliche Fucoidenflyschzone, welche fast nur auf diesem vindelicischen Continent liegt; es scheint dies schon höherer Flysch zu sein, der erst zuletzt über die vorher vom unteren Flysch noch unbedeckten Continentalstriche von Süden nach Norden transgredirt; die zweite Flyschzone liegt südlicher und enthält die Nummulitenbreccie, diese zeigt nach de la Harpe-Renevier neben *Numm. Guettardi, Tchihatcheffi, lucasanus, complanatus, Orbitoides* und *Operculina* noch als eigentliche Leitnummuliten *Numm. vasca* und *Boucheri*; sie scheint also dem Priabonahorizont zu entsprechen, der über oberes Parisien in der vindelicisch-litoralen Facias der Nummuliten lumachelle transgredirend, dasselbe vollständig aufgewühlt und umgelagert hätte. Man kann also hieraus auf die Existenz des Melchaa-Adelholzener Niveaus und seiner Facies nördlich von dem ganz vereinzelten Eisenoolithvorkommen in der Linie Dent du Midi-Ecuelaz-Diablerets**)

*) Bemerkenswerth ist in beiden Gebieten, besonders dem Iberger, dass entgegen dem sonst allgemeinen Einfallen nach Süden die Kreidelagen von Süden, Osten und Westen mit ihrem hangenden Flysch nach Norden unter die Klippenregion untertauchen. Nachtrag! Die soeben erschienene Abhandlung von Dr. C. Burckhardt (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz N. F. Lief. V) behandelt diese auffällige Erscheinung ausführlicher und reiht sie seinen Feststellungen über das Auftreten von queren Faltungen und Verwerfungen ein. Darnach ist das Gebiet der Iberger Klippen wohl das auffälligste und ausgedehnteste Depressionsgebiet dieser zweiten Faltung. Nun kann die Frage sein, ob dieses Gebiet dadurch gerade für eine später von Norden her gerichtete Ueberschiebung geeignet war, oder ob diese Depression eben wegen der fremdartig aufgesetzten und darnach auch passiv zu bewegenden Massen diese eigenartige Ausdehnung erhielt; man kann sich wohl nur für das Letztere entscheiden, denn die queren Falten und Verwerfungen sind doch wohl noch jünger als die Längsfalten und die Ueberschiebung ist älter als diese, in deren Mulden sie enthalten sind. Es scheint mir nur die Frage zu sein, ob die Ueberschiebung mit der Versenkung des vindelicischen Continents gleichzeitig war, oder, wie Quereau will, zur Zeit des unteren Beginnes des oberen Flysches stattgefunden hat. Am alpinen Rand haben wir allerdings zu dieser Zeit eine plötzliche Senkung, und auch vindelicischerseits liegt eine eigenartige Epoche vor, welche in der That hierauf bezogen werden kann (vgl. unten).

**) Wir nahmen hierbei an, dass es sich hier nicht um ein Bohnerz in dem strengen Sinne handelt, wie es das obereocäne — unteroligocäne Bohnerzphänomen zeigt, sondern dass eine marine, dem kressenberger Erz gleiche Oolithbildung vorliegt. Die Art des Auftretens spricht allerdings mehr für eine dem Bohnerz analoge Bildung, wenn auch, was das letztere im strengen Sinne nicht zeigt, bei Ecuelaz ein schaaliger Bau der Erzkörner deutlich sein soll; trotzdem könnte das Erz eine Quellbildung des Festlandes sein, wie dies die Kenner des Bohnerzphänomens der Schweiz behaupten. Es wäre dies ein weiterer Beweis eines bedeutenden westlichen Landesabschlusses des Eocänmeeres während des untersten Parisien. Man muss sich übrigens hüten, die scheinbar untersten Lagen (g und h) der von Mösch (Beiträge etc. 1894, S. 190—192) am Rosenlauigletscher entdeckten oberen Parisienschichten für ein Aequivalent dieser und unserer Kressenberg- oder Grünten-Erze zu halten, trotzdem sie nach Mösch stellenweise einem wahren Rotheisenstein gleichen. Die ihn enthaltende Lage, „ein graugrünes sprödes Gestein, zum Theil mit dominirendem Kalkgehalt, zum Theil weicher wie Talkschiefer, zum Theil ein Gestein, das fast den Eindruck von Rofla-Serpentin macht", die „Partieen von glasigem, blutrothem Kieselkalk und wahrem Rotheisenstein zeigt", kurz einen petrographisch wechselnden Habitus hat, scheint mir kein normales Sediment zu sein. Dagegen erinnert die Schilderung von Mösch sehr an ein zersetztes Auftreten des sog. Alpenmelaphyres, der im Allgäu geotopisch unter ganz gleichen Verhältnissen auftritt; wenn man die Beschreibung von Gümbel und Reiser liest, lassen sich im Grossen und Ganzen gleiche Umwandlungsbildungen (serpentinartige Substanzen, Rotheisensubstanz) erkennen. Wie er im Allgäu nach v. Gümbel durch tektonische Vorgänge in grossartigem Massstabe verändert ist, so erwähnt auch Mösch, dass sich diese Lage am Rosenlauigletscher zwischen dem eigentlichen Eocän und dem Malmkalk mechanisch auskeile. Sehr wohl könnten allerdings die westlich an gleicher Stelle zu beobachtenden Eisenpisolithe mit den Eruptionsvorgängen dieses allerdings noch fraglichen Eruptivgesteins in indirektem Zusammenhang stehen.

schliessen; dieses letzte Oolithauftreten wäre schon hier mit der savoyischen Facies des oberen Parisien *Numm. perforatus*-Lumachelle theilweise vermengt (scheinbar vertreten) und nach Westen zu ganz abgeschlossen. Wenn wir die Verhältnisse des Kressenbergs hier zum Massstab nehmen, so tritt *Numm. perforatus* zum ersten Male häufig am Uebergang der Adelholzener Facies zur Eisenärzt-Facies massenhaft auf; eine grosse Abart des *Numm. perforatus* var. *Aturensis* (?) d'Arch kommt indessen nur in ganz beschränktem Raum der südlichen Region der Adelholzener Facies selbst vor. Es ist also wahrscheinlich, dass die gleichen Verhältnisse, wie sie an dieser Grenze herrschen, auch für die Schichten der Basis des Flysches westlich der Rhone gelten. Dies würde folgern lassen, dass für die untersten Stufen des Parisien im Westen das Eocänmeer einen Abschluss hatte, wie dieselben in der Ostschweiz überhaupt eine meist nur recht geringe Mächtigkeit zu besitzen scheinen; wenn auch ein Abfluss vorhanden war, so konnte doch der Bereich der Sedimentation ein auf's Aeusserste beschränkter gewesen sein.

Das eigentliche Untereocän endet, wie es scheint, am Grünten (vgl. S. 145 Anm.); auch für diese Stufe haben wir so einen Abschluss nach Westen zu, und war also das Eocän immer nur eine Bucht; eine Communikation mit dem Pariser Becken oder Südfrankreich existirte offenbar nicht. Wie nun das untere Eocän mit dem Londonien in jener Facies beginnt, in der die oberste Kreide aufhört, so scheint auch die oberste Kreidestufe nur ungefähr so weit zu reichen, als das Untereocän. Ich glaube, dass die eigenartige nordsüdliche Umbiegung der Oberstdorfer (Hachauer) Schicht ungefähr dem Küstenverlauf der alten Kreidebucht entspricht (S. 130—131). Das Untereocän zeigt in Bayern auch noch die ausserordentlich wechselnden Faciesverhältnisse eines Meeres mit ungleichem Untergrund (vgl. S. 131) Mit dem Eintritt des Mitteleocäns haben wir aber überall die Anzeichen einer ziemlich starken Senkung des Gebiets und gleichmässigerer, bedeutenderer Tiefenverhältnisse. Diese Senkung ist gegenüber dem Untereocän in der viel grösseren westlichen Verbreitung des unteren Mitteleocäns angedeutet und scheint erst in den oberen Stufen des unteren Parisiens sich bis zu einem Durchbruch, resp. einer Sedimentationscommunication nach Südfrankreich gesteigert zu haben.

Im Anschluss hieran haben wir noch eine wichtige Frage zu erörtern, welche das nordalpine Barton (vgl. S. 79) betrifft; wir haben oben behauptet, dass im bayerischen Gebiete der Priabonahorizont unmittelbar auf dem obersten „alpinen Parisien" liege; dieser oberste Horizont der nordalpinen Parisienverbindung — das Gasteropoden-Korallen-Lager — entspricht nach Mayer-Eymar allerdings nicht dem obersten Parisien überhaupt, sondern nur der oberen Stufe seiner unteren Abtheilung, dem Parisien Id; es würde also der mittlere und der ganze obere Grobkalk des Pariser Beckens noch ausser dem Barton fehlen.

In der Schweiz ist dies anders; über den unteren Hohgantschichten der nördlichen Schweiz mit *Num. complanatus* folgen zuerst kohlenführende Schichten (Kalksteine, Mergelschiefer und Steinkohlennester) mit einer Brackwasser- bezw. Süsswasserfauna, welche nach Sandberger und Mayer-Eymar eine hohe Stufe des Parisien kennzeichnen. Sehr vergleichbare Schichten sind die untersten Lagen der Gadmenfluhe, des Rosenlaui-Gletschers (mit Ausschluss der Lage h bei Mösch, Beiträge etc. 1894, S. 190—192) und die kohlenführenden Lagen der Diablerets-Schichten des südlichsten Eocänzuges. Sie liegen hier zum Theil unmittelbar auf Kreide, zum Theil liegen isolirte Particen der obersten

Unterabtheilung des unteren Parisien (Par. I d!) zwischen ihnen und der Kreide. Auf sie folgen Schichten im nördlichen und südlichen Gebiete mit einer Bartonfauna (Lagen des *Cerithium Diaboli*, obere Num.-Sandstein und oberer Hohgantsandstein), welche mit den Tuffen und Kalken von Ronca parallelisirt werden; Mayer-Eymar erwähnt auch von den Ralligstöcken *Num. Brongniarti!* Darauf folgen besonders in den Alpes vaudoises nach Renevier deutlich entwickelte Priabonaschichten, welche in Conchylien und Nummuliten (de la Harpe erwähnt *N. intermedia*, *Fichteli* und *Boucheri*) schon oligocäne Charaktere zeigen. Dies ist wenigstens in der südlichen Verbreitungszone der Fall. In der nördlichen litoralen Zone hat das Barton, wenn man die Listen von Renevier und Mayer-Eymar vergleicht, eine wesentlich andere Artenfacies; desgleichen zum Theil die Priabonaschichten; sie sind mehr entwickelt wie der bayerische Granitmarmor als Lithothamnienkalk (Ralligmarmor) mit sehr wenigen Conchylien, die in der südlichen Zone an einzelnen Stellen sehr reich auftreten. Besonders aber sprechen die Unterschiede im Barton für Faciesunterschiede, welche wir vielleicht auch als vindelicische und alpine kennzeichnen können.

Auf der vindelicischen Seite lässt sich leicht eine Mächtigkeitsabnahme in Strichen von Südwesten nach Nordosten darstellen; Pectinitenschiefer und oberer Quarzsandstein zeigen sich schwach noch im Iberger Gebiet; in den Aufschlüssen der subalpinen und weiter östlich auch in denen der alpinen Zone fehlen sie vollständig.

Sie ziehen in der südlichen Zone auch nicht viel weiter als in der nördlichen, an der Gadmenfluh sind sie an der Basis noch von kohligen Schichten der obersten helvetischen Parisien begleitet nachgewiesen.*) Diese Schichten liegen aber hier ganz ausser dem Bereich der Ablagerungen des unteren Parisien; oberstes Parisien transgredirt also nach Süden über einen vorherigen Continentalbereich. Daraus folgern wir, dass zur Zeit des mittleren Grobkalks eine Trockenlegung des ganzen Eocän-Gebietes stattgefunden hat, dass zur Zeit des oberen Grobkalks eine schwache Inundation von Westen her erfolgte, welche nicht mehr ganz den Ablagerungsbereich der Tiefstufen des Parisien einnahm, dabei 1. die weiten Gebiete östlich vom Vierwaldstätter See oder vielleicht erst vom Rhein an überhaupt nicht berührte, d. h. nur eine nach Westen offene Brackwasserbucht bildete, in welcher auch mit gesteigertem marinem Charakter (Vertiefung des Beckens) schliesslich das Barton zur Ablagerung kam; 2. bedeckte die neue Bucht an ihrem nördlichen Ufer die trockengelegten Tiefstufen des vindelicischen Bereiches nicht mehr ganz, rückte aber dafür auf der alpinen Uferseite über ältere eocäne Schichten hinüber. Erst zur Priabonazeit wurde diese Bucht wieder nach Osten ganz durchbrochen und rückten auch nördlich die Sedimente dieser Periode über die Ablagerungen des unteren Parisien hinüber.**)

*) Ob auch in der geotopisch unzweideutigen Fortsetzung dieser Kette nach Osten am Windgälle-Tödi-Ringelspitz-Zug diese Schichten vorhanden sind, das ist leider aus den noch unvollständigen Angaben über das Eocän dieses schwierigen Gebietes nicht zu ersehen; dem vorhandenen Literaturmaterial nach scheint es nicht der Fall zu sein.

**) Wie hier, so scheint auch östlich die Bartonien-Ronca-Stufe nur in einer kleinen Bucht von Osten her in das alte Meeresgebiet des Parisien eingedrungen zu sein; das Vorkommen vom Waschberg auf der Nordseite der Flyschzone dürfte nach Stur wohl der Roncastufe gleichgestellt werden. Die Nummulitenschichten von Reichenhall entsprechen nur den Priabona Sch. (Horiz. mit *Numm. vasca* de la H.)—Castelgombertostufe (Obereocän-Unteroligocän); die Nummulitenschichten von Mattsee zeigen die Kressenberg-Verhältnisse, d. h. die Folge Parisien-Priabona ohne Barton.

Die Priabonasedimente der Schweiz sind nun von den Schweizer Forschern, insbesondere von Kaufmann, in einer wohl zu erkennenden unteren Abtheilung des Flysches vertreten. In diesen Schichten spielen die Lithothamnien-Lager mit den kleinen charakteristischen Foraminiferen eine grosse Rolle; von den grösseren Nummuliten ist verbreitet *Numm. exponens*, gerade wie in unserem Granitmarmor; nur isolirt wird *Numm. complanatus* von Kaufmann erwähnt, einmal in einem Block an der Basis eines Kalkriffs Gründli (Nordzug der grossen Habkern-Sarnen-Flyschmulde, vgl. Kaufmann, Beitr. etc. 1886, S. 221), dann mit *N. Kaufmanni* und *Tchihatscheffi* zusammen (id. S. 228) in einem Riff bei Alpnach, dann alle drei in beschränkten Partieen eines Riffs bei Steckried-Sarnen (S. 232); diese isolirten Vorkommnisse in dem mittleren Theil dieser unteren Flysches sind vielleicht in ähnlicher Weise zu erklären wie die gleichen im bayerischen Granitmarmor und der Renevier'schen Nummulitenzone der Alpes vaudoises; bei fortschreitender Transgression des älteren Eocänbereichs werden erst später die früheren Litoralstrecken mit ihren lockeren Nummuliten-aggregaten erreicht und Theile derselben sekundär abgelagert. Isolirte Nummuliten-Brocken erwähnt Kaufmann selbst (l. c. 1877, S. 124) aus dem tieferen Flysch des Glastobels-Stockweidbachs bei Steinbach. Heim erwähnt Nummuliten Kalkbrocken aus den nur im nördlichen Gebiet des Flyschbereichs von Blatt XIV 1891, Beiträge 36 südlich Flüelen (Gruonbach) auftretenden Conglomeraten; die Brocken könnten ihrer Grösse nach nur aus der Nähe stammen; diese Conglomerate gehören nun offenbar dem unteren Flysch an und stützen unsere Deutung des Vorkommens der oben genannten Nummuliten als auf sekundärer Lagerstätte liegender Fossilien. Auch in dem grossen Glarner Flyschgebiet kommt *Numm. complanatus* nach Heim nur in der untersten Lage des Eocäns vor.

Bemerkenswerth ist, dass auch hier die stärksten Geröllmassen sich im nördlichen Revier halten, gleichsam in der Fortsetzung der grossen Habkern-mulde zwischen Interlaken und Alpnach. Dagegen ist wieder die subalpine Zone ärmer an Conglomeraten.

Während nun im südlichsten Bereich hier typischer Flysch unmittelbar über der Kalkbank mit Nummuliten der Adelholzen-Melchaaer-Facies und den schwach eingeschalteten Pectinitenschiefern folgen, haben wir im Bereich von Lowerz fleckenmergelartige Schiefer, welche schon im Grüntengebiet in ziemlich grosser Mächtigkeit die Stockletten des bayerischen Ostens vertreten; es fehlen bei Lowerz auch schon die Pectinitenschiefer und die die Kalklagen trennenden Schiefer zeigen sporadisch Foraminiferenschiefereinlagerungen, wie im typischen unteren Flysch. Die Wiederholung hier halte ich für eine tektonische Schaarung desselben Complexes je mit seinem Hangenden, wie dies stellenweise auch im Kressenberggebiet der Fall ist; hier tritt die Schaarung nach Längsverwerfungen und vereinzelten Mulden und Sätteln deutlicher hervor, weil immer noch der Kreide-untergrund (vgl. Joh. Böhm, l. c.) in ganz schmalem Zug zu Tage ausstreicht. Dasselbe muss in dem nördlichen Steinbacher Gebiet vorliegen; auch hier liegen zwischen den Nummulitenkalkschichten mit Par. Id im Hangenden die erwähnten Lowerzer Schiefer mit den Foraminiferen-Zwischenlagen des unteren Flysches. Kaufmann erwähnt selbst, dass in der „nordalpinen Zone" nirgends eine normale Folge wegen der besonders vielfachen Wiederholung zu beobachten möglich sei; in dem engen Raum dieser Zone ist so Mannigfaches zusammengepresst,

dass zweifellos auch viele Längseliminationen stattgefunden haben. Durch das Vorkommen von offenbar sekundär liegenden Fossilien im normal gelagerten unteren Flysch der Habkernmulde (vgl. oben S. 142) hat Kaufmann sich (Beiträge 1872, S. 163) auch verleiten lassen, die Lowerzer Kalke und die von Steinbach dem unteren Flysch beizuzählen und scheint auch 1886 nicht ganz davon abgekommen zu sein, trotzdem er in Widerspruch mit den palaeontologischen Angaben kam. Eine ganz ähnlich geschaarte Wiederholung der Kalke der Melchaafacies bei Sachseln mit zwischengelagerten Pectinitenschiefern spricht Kaufmann auch nicht als solche an, trotzdem ihre eingekeilte Lagerung zwischen Gyswyl, Arvigrat und Stanzerhorn diese Auffassung geradezu aufdrängen und hält daher hier Pectinitenschiefer für gleichzeitig mit dem Complanatuskalk, der sich in den ersteren nur vielfach wiederhole, wobei er auch hier mit der Fauna der Ralligstöcke, Niederhorn etc. in Conflict kommt und ausserdem eine enorme, rundum nicht und auch sonst nirgends beobachtete Mächtigkeit des Complanatushorizontes erhält.

Hierbei ist uns also das Resultat sehr wichtig, dass in der „subalpinen" Flyschzone über dem Complanatus-Distans-Niveau sogleich in öfters ziemlich grosser Mächtigkeit thatsächlicher unterer Flysch folgt, dem nur noch die Fucoidensandsteine fehlen, welche im nördlichen Flyschgebiet hier allerdings auch nicht häufig sind, aber doch auftreten.

Da nun diese nördliche subalpine Flyschfacies unseren Stockletten, wie sie vom Kressenberg bis zum Grünten beobachtet werden können, ausserordentlich nahe steht und wir diese mit einem gewissen Recht unter Bezugnahme auf die Facies des unter diesem „Pseudoflysch" (wie ihn Kaufmann bei Lowerz nennt) liegenden Mitteleocänschichten eine vindelicische Facies heissen können, so haben wir in gewissen Theilen der subalpinen Zone (auch die mit den Nummulitenschichten am Nordhang des Fähnern auftretenden nach dem Audobel zu liegenden Mergel gehören wohl hierher) die vindelicische Facies des zum Theil noch in der subalpinen Zone selbst auftretenden, am typischsten aber südlicher in der Habkernmulde aufgeschlossenen unteren Flysches in schon mehr alpiner Facies.

So gross der Unterschied ist, so rasch scheint der Uebergang vor sich zu gehen und scheint z. B. südlich von Einsiedeln der Linie Seewen-Alpthal-Euthal zu entsprechen, also etwa der Richtung der untergetauchten Aubrig- und Hochfluhstöcke.

Auch der obere Flysch liefert gewisse Anhaltspunkte der Unterscheidung von nördlichen und südlichen Uferregionen. Die Taveyannazgebilde finden sich hauptsächlich dem alpinen Obereocän-Ufer entsprechend in einer südlichsten Linie der Flysch-Nummulitenablagerung; soweit sie rein eruptiv sind, mögen ihre Ausbruchsstellen im alpinen Uferbereich selbst gelegen haben. Sodann sind dieselben Gebilde, auch hier in wirkliche Sandsteinsedimente übergehend, erst wieder in der schmalen stark comprimirten subalpinen nördlichen Flyschzone vom Thuner See bis Wallensee an 5 Punkten bekannt und hier zugleich mit Landpflanzen (Dallenfluh),*) wie auch im gleich gelegenen Flysch von Thorbach bei Flühli Kohlenschmitzen beobachtet sind. Im mittleren Flyschbereich fehlen dergleichen

*) Aehnlich wird im oberen Flysch des südlichsten Flyschterrains am Westufer der Rhone das Vorkommen von guterhaltenen Landpflanzen erwähnt (Val d'Illiez, Renevier l. c. 1890. S. 456).

continentale Anzeichen und es lassen sich so diese Taveyannazgebilde auf das nördliche vindelicische Ufer beziehen.

Gerade wichtig scheint mir hierfür (und auch in Wechselbeziehung für die Deutung der Iberger Klippen), dass die Diabase von Altstaffel und Roggenstock dem Flysch hier aufgesetzte Massen darstellen und vom nun bedeckten Nordrand der jetzigen Alpen stammen sollen. Es entspricht dies mit den gleich gelegenen Tavayannazgebilden ebenso dem nördlichen Alpenrand des Eocänmeeres, wie die Alpenmelaphyre im Allgäu (vgl. auch unsere Bemerkung über das Gestein des Rosenlauigletschers S. 139 Anm.) und die Tavayannazgebilde im südlichsten helvetischen Eocänbereich dem südlichen Rand des Meeres angehören. Die Verhältnisse in den Iberger Klippen sind in der That die gleichen, wie im Allgäu, nur dass eine Ueberschiebung in extremerem Masse vorliegt und in umgekehrter Richtung von geotopisch ganz entsprechender Stelle stattgefunden hat, d. h. von dem heutigen „subalpinen" oder früheren mehr „vindelicischen" Bereich her. Dieser subalpine Bereich ist bezeichnender Weise in den Iberger Ueberschiebungen, besonders durch das der Ueberschiebung entsprechende Untertauchen der nördlichsten Kreideketten lange nicht so scharf begrenzt, wie unmittelbar östlich und westlich (vgl. oben S. 139 Anm.).

Joh. Böhm hat nun im Siegsdorfer Gebiete (vgl. oben Seite 180) als eine der interessantesten Feststellungen seiner Aufnahmen daselbst im Hangenden der obereocänen Stockletten eine an zwei Stellen gut aufgeschlossene, sehr bemerkenswerthe Abänderung dieses Schichtencomplexes aufgefunden; die Schichten erhalten plötzlich plattigen Typus, sind feinsandig, feinglimmerig, zeigen zahlreiche Ostrakoden und *Melettas*chuppen auf den Absonderungsflächen; die Kalkarmuth dieser Mergel verleiht ihnen eine eigenartige filzige Consistenz; wir sehen uns plötzlich aus der Facies eines meerestieferen Globigerinenmergels in eine Seichtwasserfacies versetzt,*) wie wir sie im tieferen Eocän des vindelicischen Bereichs nur einmal kennen gelernt haben. Diese Epoche, auf die wir oben Seite 80 noch keinen Reim uns machen zu können gestehen mussten, könnte im Hinblick auf den oberen helvetischen Flysch besser erklärt werden.

Palaeontologisch stellt dieser obere Flysch, wie Kaufmann sagt, das was unter Flysch schlechtweg verstanden wird, ein „Fucoidenland" dar.

Im mittleren bis südlichen Bereich desselben treten in ihm auf weite Strecken der mehr helvetisch-alpinen Verbreitung desselben die Fischschiefer auf; ihre faunistische Facies darf als pelagisch-alpine bezeichnet werden; sie ist offenbar die Facies der relativ grössten Tiefe des oberen Flyschmeeres,*) welche fast dem Charakter einer Tiefsee entspricht und hier auf einen verhältnissmässig schmalen Strich beschränkt ist; wir sehen daher am vindelicischen Ufer seichtere Gebiete entstehen. Zur Zeit des oberen Flysches haben sich im Westen die Gewässer des Meeres geklärt und mehr beruhigt, während in der unmittelbar vorhergehenden Zeit die turbulenten Strömungen mit ihren gewaltigen Globigerinenschlammansammlungen ein Eldorado für Lithothamnienvegetation schufen;

*) Um die faunistische und petrographische Facies einigermassen zu charakterisiren, bemerke ich, dass ganz gleiche Schiefer in dem (?) Eocän-Unteroligocän-Becken von Reit im Winkel zu beobachten sind. Als nächstliegender stratigraphischer Vergleich für diese Schicht können die bei Bruderndorf im nördlichsten Bereich des Eocäns von Wien im Hangendsten von Priabona-artigen Schichten auftretenden Melettamergel angeführt werden (vgl. Ann. d. k. k. nathist. Hofmus., Wien 1891).

doch war scheinbar trotzdem die Meerestiefe auf eine viel grössere Horizontalverbreitung hin eine bedeutendere, als zur Zeit des jüngeren Flysches.

Die im oberen Flysch ganz zurücktretende Lithothamnienentfaltung schliesst aber die Möglichkeit der Entwickelung einer ausgedehnteren an umgekehrte Lebensbedingungen gebundene Ichthyofauna ein, welche daher mit dem Abschluss der Globigerinenschlammschichten, dem Eintreten bis in grössere Tiefen pelluciden Gewässer bei verbreiteteren Sandniederschlägen zusamnenfällt.

Wenn wir nun an die Uferfrage anschliessend den Versuch der Darstellung der Topographie des Meeresuntergrunds noch hierher ausdehnen, so haben wir zuerst daran zu erinnern, dass wir ein Untereocän nur in einer östlichen Bucht besitzen, über deren Küstenstrich das untere Parisien transgredirte und höchstwahrscheinlich auch nur in einer Bucht, welche ungefähr am Thuner See ihr Ende fand, zur Ablagerung kam; über den Westrand dieser Bucht transgredirte noch weiter nach Westen das obere Parisien, welches auch in dem *Complanatus*-horizont in einer Flachseebildung das heutige eigentlich alpin-helvetische Gebiet ebenso bedeckt, als es im bayerischen Gebiete über den vindelicischeu Continent nach Norden transgredirte. Der Boden dieser Flachsee war ein sehr wechselnder; nicht nur dass der Complanatushorizont von Norden nach Süden von den Wangschichten auf immer tiefere Horizonte bis auf jurassische Schichten übergreift, die in der Schweiz während der postcretacischen Continentalperiode von der Erosion berührt waren, sondern der *Complanatus*horizont fehlt auch ganz zweifellos vollständig stellenweise zwischen Flysch und cretacischen Schichten, welche also zur Zeit des unteren Parisien aus dem Meer zum Theil hervorgeragt haben müssen. Wir haben nun allerdings auch zwischen dieser Ablagerungszeit und der Ablagerung des Priabonaflysches wiederum eine continentale Unterbrechung, in welcher auch der Complanatus-Horizont stellenweise erodirt worden sein konnte, was theilweise jedenfalls auch eintrat.

Die östlichste Auflagerung von obereocänem Flysch auf Kreide ohne Nummulitenschichten ist an den Fähnern*) zu beobachten, Escher betont das Fehlen derselben ganz entschieden, im weiteren Verlauf nach Westen ist das Fehlen der Nummuliten-Kalke an der Flyschbasis zwischen dem Weesen-Sentisalp-Zug der subalpinen Zone und dem Wildhaus-Fliegenspitz-Zug bemerkenswerth. In C. Burckhardt's (Beiträge etc. XXXII. 1893) detaillirtem Kärtchen der nördlichen Kreideketten zwischen der Sihl und Thur ist das Verhalten bei Weesen bestätigt und wird auch an der Südseite des Aubrigzuges das Vorkommen des *Numm.*-Kalks lückenhaft. In Quereau's Karte der Iberger Klippen (Beiträge etc. 1893) liegt auch Flysch ohne Nummulitenkalk auf Seewenmergel und Seewenkalk. Nicht unwichtig ist, dass die Richtung dieses mangelhaften Auftreten des Complanatushorizontes eine schmale Zone ist, welche von den Fähnern bis zum Stanzer Horn ziemlich scharf die alpine Flachseefacies des unteren Parisien von der alpinpelagischen bis vindelicisch-pelagischen Facies trennt. Sogleich werden wir hierbei an jene vindelicische Küstenbarre erinnert, welche

*) Wir haben diesen Flysch oben S. 89 anders gedeutet, können diese Ansicht aber nicht mehr aufrecht halten, weil Flysch nur da hypothetisch als ein untereocänes Faciesgebilde betrachtet werden könnte, wo wirkliches Untereocän auch sonst nachgewiesen ist; an das Londonien von Appenzell können wir nach S. 19 nicht glauben und der *Numm. planulatus*, der hier und da in Fossillisten schweizerischer Fundstätten erwähnt wird, wird von de la Harpe ausdrücklich verleugnet.

wir im Kressenberger Gebiet nachweisen konnten, über welche hinaus die oberen Kressenbergsschichten in der Facies der Adelholzener Nummulitenkalke von Süd nach Norden transgredirten.

Eine ähnliche submarine Küstenbarre scheint also in der erwähnten Linie auf der alpinen Seite bestanden zu haben; die Linie dieser Erhebung scheint selbst als wichtigste Linie des Ausdrucks der diese Terrassenhebung verursachenden tektonischen Kräfte zu einzelnen Inseln Anlass gegeben zu haben, deren Communikationsbrücken der Complanatus-Facies mit der Facies des offenen Meeres dann in der bartonischen Continentalzeit erodirt worden sind. Bei der grossen Priabona-Inundation transgredirte nun über diese Stellen der Flysch über die alten blosgelegten Kreidegebiete.

Was die Verhältnisse östlich vom Thunersee betrifft, so haben wir oben als wahrscheinlich hingestellt, dass zur Zeit des unteren Parisien hier das Ende der Eocänbucht war, dass zur Zeit des oberen Parisien diese Bucht in einer schmalen, der Breite der „Niesen"-Flyschzone etwa entsprechenden Mulde nach Westen durchbrochen wurde, über welche der Priabona-Flysch nach Norden transgredirte. Diese Transgression fand hier über hypothetisch-vindelicisches Gebiet ohne Zwischenlagerung von Schichten des Mitteleocäns unmittelbar auf den räthselhaften „couches rouges" statt, die zum Theil als Jura, zum Theil als Neocom, zum Theil als obere Kreide angesehen werden. In letzterem Falle müssten sie wohl als Cenoman-Galt-Seewen-Kalk und -Mergel-Aequivalent gelten; unter allen Umständen fehlt das untere Parisien, und nach den Nummuliten der Stockhornkette ist es nur wahrscheinlich, dass die Serie erst mit der obersten Stufe des Parisien II, vielleicht auch erst mit dem Barton-Priabona beginnt,*) also mit den Schichten, welche auch südlich mit einer mehr litoralen Facies über Galt transgrediren. Wenn man sich so ausdrücken darf, funktionirte also der cretacische Bereich mit den couches rouges im Hangenden während des unteren Parisien als vindelicischer Continent und war erst zur obereocänen bis unteroligocänen Zeit von Flyschablagerungen bedeckt. Auch hier hätten wir also von Chamberry bis zum Thuner See eine kolossale Transgression des Flysches nach Norden, die an Ausdehnung dem Bereich von Grünten bis Salzburg ungefähr entsprechen dürfte. Diese Transgression im äussersten Westen ist aber ebenso weiter östlich in der Schweiz wahrscheinlich zu machen. In den exotischen Blöcken und den Ueberschiebungsresten der Iberger Gegend sind zwar die hypothetisch vindelicischen Diabase des Flysches nachgewiesen, aber nirgends Nummulitenkalk, woraus man folgern könnte, dass diese in dem vindelicischen Continentalbereich, aus dem die Riffe stammen, zwischen Flysch und dem Trias-Jurauntergrund ganz gefehlt haben (vgl. unten: Die bayerisch-alpinen Verhältnisse!).

*) Diese nur ganz isolirt in diesem Flysch auftretenden Nummuliten sind bezüglich ihrer Lagerstätte sehr problematisch. Wenn es wohl keinem Zweifel unterliegt, dass sie nördlich von Wien am Waschberg an primärer Lagerstätte liegen und neben anderen Fossilien auch hier durch diese Ablagerung wohl dem Niveau von Barton-Ronca gleichzustellen ist, so betrachtet Uhlig die Möglichkeit, dass ein Theil der Nummuliten des Greifensteiner Flysches bei Wien sich auf sekundärer Lagerstätte befinde, nicht als ausgeschlossen. Gleiches könnte wohl für die Stockhorn-Nummuliten gelten; es liegt daher nur die Alternative vor, dass der Flysch hier schon zur Barton-Zeit beginnt oder als Priabona-Flysch Barton-Nummuliten auf sekundärer Lagerstätte enthält.

Wenn wir nun für den Flysch an den Fähnern auch schon deswegen die Ansicht von einem untereocänen Alter nicht gut aufrecht halten können, weil, wie wir darzustellen suchten, ein richtiges Untereocän vom Grünten an nach Westen im vindelicischen Bereich nicht mehr existirt und wenn nun der Dornbirn-Haslacher Flyschzug ganz identisch mit dem obereocänen Feldkirch-Oberstdorfer Zug in den einheitlichen bayerischen Flyschzug einmündet,*) so sind wir nach obigen Darstellungen der Transgressionen im Norden der westlichen Schweizeralpen zu fragen gezwungen, ob nicht die analoge Auflagerung des Flysches auf oberer Kreide hier eine ganz homologe Erscheinung sein könne, also eine Transgression obereocäner Bildungen über eine noch während des Untereocäns und Mitteleocäns als Festland verharrendes Gebiet der posteretacischen Continentalperiode vorliege? Man muss fragen, ob es berechtigt sei, (wenn auch im vindelicischen Bereich ausserordentlich flyschartige Bildungen im Untereocän zu beobachten sind), auch den unteren Flysch oder den Flysch überhaupt hierauf zu beziehen, wenn man nicht in der Flyschzone selbst an deren basaler Grenze diese untereocänen Bildungen nachweisen konnte? Dies war aber nicht möglich und wir haben daher auch oben die Flyschfrage soweit offen gelassen und nur behauptet, dass der Flysch eine ganz separate Zone einnehme, die als Ablagerungs-Facieszone zu deuten sei und dass in der zweiten nördlichen Ablagerungs-Facieszone nur ein Schichtencomplex Andeutung zu typischer Flyschfacies schon im vindelicischen Bereich zeige, das Untereocän. Die Daten unseres engeren Gebiets beschränkten also die Möglichkeit auf das Untereocän und die Voreingenommenheit für eine gewisse Continuität oder gegen eine zu scharfe Discontinuität der Kreide- und Tertiär-Ablagerungen liess**) uns wegen der Auflagerung der Flyschs auf der oberen Kreide und des Vorkommens der Flyschfacies in der oberen Kreide selbst das untereocäne Alter wahrscheinlicher sein, als alle anderen Möglichkeiten. Es ist nun die Frage, ob die Daten des engeren Gebietes auch vor dem weiteren Ausblick Stand halten können, und muss ich gestehen, dass mir diese Ansicht sehr wesentlich erschüttert scheint.

Unsere Vermuthung gründete sich in unserem Gebiet hauptsächlich auf die Thatsache, dass die Achthaler Sandsteine zweifellos ein vindelicisches Flyschaequivalent seien, das wegen seiner völligen Fossilarmuth nur petrographisch orientirt werden konnte. Der einzige Anschluss waren die untereocänen Sandsteine der südlichen Zone, welche in einer recht grossen Faciesgleichheit auch

*) Vacek hat (l. c. 1879. Taf. XIXa, Prof. VI) zu beiden Seiten eines normalen, nur überstürzten Sattels am Kuhberg bei Bad Haslach am Nordwestrand des Vorarlberger Kreidegebirges die bekannten Dornbirner Nummulitenkalke unmittelbar auf Seewenschichten und im Hangenden der Nummulitenschichten bei Haslach selbst Flysch angegeben; dieser Flysch ist die unmittelbare Fortsetzung des westlichen Flyschzuges, der nach dem Grünten zu ohne Nummulitenschichten noch auf Seewenschichten, am Riesenkopf aber auch auf Urgon aufruht. Wenn dieser Zug auch über das Illerthal hinübergreifend zwischen Burgberg und Berghausen die Kreide und die Nummulitenschichten überschiebt (also nicht so direkt als Fortsetzung des bayerischen Flyschzuges auftritt, wie der südliche Zug), so liegen doch zuerst geotopisch dieselben Verhältnisse vor, welche sich in unmittelbarer Nähe an den Fähnern wiederholen.

**) Auch Joh. Böhm scheint hierdurch beeinflusst; energisch für das cretacische Alter auch des bayerischen Flysches eintretend, möchte er nur noch ausserdem die Möglichkeit untereocänen Alters zugestehen (vgl. Pal. l. c. S. 12), was wir nur petrographisch und da nur unvollkommen stützen konnten.

die Niveaugleichheit nahe legen. Noch ein zweiter Punkt musste die Schlinge dieser Folgerung enger zuziehen.

Typische untereocäne Complexe liegen (S. 52) auf Nierenthalschichten mit schwach entwickelten Gerhardtsreuter und Hachauer Schichten; die Achthaler Sandsteine liegen von Achthal bis Teisendorf (Süden) auf rothen Mergelthonen, welche eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit den oberen Nierenthalschichten hatten. Nördlich von Teisendorf liegen nun die Achthaler Sandsteine auf petrographisch typischen Nierenthalschichten. Im untersten grossen Steingraben liegen ebenso rothe grüngesprenkelte Mergelthone unter einem Complex von graugrünen, glimmerig-sandigen Mergelthonen mit einem schmalen Bänkchen einer sehr grobkörnigen Lage; in dieser grobkörnigen Lage fand ich mit einem kleinen unbestimmbaren Nummuliten kleine Inoceramenschalen-Fragmente, welche mir aus der an obere Nierenthalschichten erinnernden Mergelthonunterlage zu stammen schienen, obwohl ich daselbst vergeblich darnach fahndete. Diese Mergelthone schienen mir eigenartig und nicht ohne Weiteres als cretacisch zu bestimmen; die Inoceramenfragmentchen mit Nummulitenfragmenten aus der grobkörnigen Lage darüber gaben aber den Ausschlag, diese für untereocän, die Mergelthone für cretacisch anzusehen. (Der Aufschluss ist sehr klein in der Karte übertrieben, in dem Profil S. 54 gar nicht dargestellt.) Dieses Vorkommen schien die Verbindung der Achthaler-Gebilde und ihrer hypothetisch-cretacischen Unterlage mit den übrigen zweifellos untereocänen Gebilden des kleinen Steingrabens und des Riedlbachs etc. gegeben.

Auffallend und in der Hypothese der Faciesbildungen und ihrer Vertretungen am vindelicischen und alpinen Ufer nicht ganz hineinpassend war mir 1. das Auftreten der rothen Mergelthone in einem Gebiet (Steinbach), in welchem südlich oder mehr südwestlich noch Götzreuther und Hachauer Schichten auftreten, 2. dass diese rothen Thone nirgends Inoceramen führten, während sie doch schon nördlich davon in Pattenauer- und Nierenthalschichten so häufig sind, 3. dass ebenso wenig bei Teissendorf-Starzmühle die petrographisch allerdings sehr Nierenthal-artigen Mergelkalke und -Schiefer ohne höheres Senon vindelicischer Facies oder ihrer alpinen Vertretung, den rothen Mergelthonen, von den Achthaler Gebilden unmittelbar überlagert werden. Es ist also dies eine Zone recht problematischer Nierenthalschichten, was auch ausdrücklich (S. 97) schon betont wurde.

Wie ich nun neuerdings die im Hangenden der rothen Mergelthone des unteren Steingrabens liegende grobkörnige Lage nach Einschlüssen zerbröckelte, fand ich erstens einen *Orbitoides*, der mir kein untereocäner zu sein schien, zweitens einen Nummuliten, der dem von de la Harpe als *Num. perforatus jeune* bestimmten *Num. obesus* Leym. gleicht, welcher Nummulit von d'Archiac (Monogr. Tafel VIII, Fig. 7b—d, Fig. 7a schien de la Harpe ein *Num. Biarritzensis* zu sein) abgebildet wird. Wie dem auch sei, so befinden wir uns in dieser Lage jedenfalls nicht im Untereocän, und wenn man nach den eingeschlossenen Inoceramenfragmenten schliessen darf, glaube ich nicht einmal, dass dieser Nummulit an primaerer Lagerstätte sich befindet, und es fällt daher auch ein wichtiger Grund weg, die eigenartigen Mergelthone für cretacisch zu halten. Da sie nun im Habitus eigentlich nichts anderes vorstellen als rothgefärbte Stockletten (von Tölz und vom Grünten S. 80 oben bekannt), so ist die Frage nicht von der Hand zu weisen, ob sie nicht die obersten Lagen der

südlich davorliegenden Stockletten darstellen könnten, ob nicht die grauen Mergelthone mit ihren sandig-glimmerigen Zwischenlagen und der grobkörnigen Einlagerung normal darauf folgen und die eigenartige Einschaltung von c und s im unteren Steingraben (vergl. Karte) nach dem südlich darauffolgenden c, nicht nördlich und südlich, sondern nur südlich von einer Bruchlinie begrenzt sei; die Bruchlinie zwischen c. und c. würde dann blos einer Abtheilungslinie entsprechen.

Wir hätten also auch hier im Hangenden der Stockletten eine Neubildung, welche in mancher Hinsicht den *Melettam*ergeln im Habach- und Schoenecker Graben verglichen werden kann, nur dass diese, einer weit nördlicheren Faciszone (Eisenärzter) des Mitteleocäns entsprechend, mehr den Charakter einer Seichtwasserbildung, jenes mehr pelagische Kennzeichen hat. Wenn man das nördlichste eocäne Gebilde nördlich der Flyschzone des Wiener Waldes bei Wien, das Vorkommen der Reingruber Höhe bei Bruderndorf auf den *Meletta*-mergeln im Hangenden hierher beziehen darf, so dürfte es eine intermediäre Faciesentwicklung darstellen.

Wenn nun so die rothen Mergelthone des untersten grossen Steingrabens in einer mehr berechtigten Weise als früher orientirt sind, so fällt es auf, dass die rothen Mergelthone im Liegenden der Achthaler Sandsteine selbst zum Theil zwischen diesen und den nördlich darauf folgenden Stockletten liegen; eine Störung an der Grenze lässt dies nur theilweise gut erkennen. Das Maass einer Störung ist nun leider selten an der Bruchlinie ausgedrückt, und es lässt sich auch nicht an der Störungslinie entscheiden, ob hier zwei sehr oder nur wenig verschiedene Niveaus, oder gar Complexe ganz verschiedener Facies zusammenstossen. Es ist aber auch zu bedenken, dass bei solchem Faciswechsel in normaler Schichtfolge nothwendig Störungen an der Grenze auftreten müssen.

Da nun zwischen den eben behandelten sandig-glimmerigen Schichten des Steingrabens und den Achthaler Sandsteinen immerhin eine sehr nahe Faciesverwandtschaft vorliegt, die mir schon von vorneherein als Verbindungsglied der Achthaler Sandsteine mit den untereocänen Grenzsandsteinen gelten mochte, so halte ich es nicht für unberechtigt, der Folge von Mitteleocän, Stockletten und Achthaler Sandsteinen die Möglichkeit einer normalen Schichtfolge zuzugestehen.

Wenn wir nun auch noch den östlichsten Punkt des Strichs der „problematischen Nierenthalschichten“ berühren (bei Gumperting n. von Teisendorf, zwischen Punschern und Starzmühle an der Surr), so haben wir hier die Folge: in einer nördlichen Zone Adelholzener Schichten mit Götzreuter Mergeln in tektonischer Wiederholung, sodann Stockletten mit Granitmarmor, darauf a) in einer Störung östlich von Starzmühle unmittelbar Achthaler Sandsteine, b) westlich bei Gumperting die problematischen Nierenthalschichten. Wie es nun rothe Stockletten am Grünten und bei Tölz giebt, so haben wir schon oben S. 80 verschiedentlich auf die fleckenmergelartige Nierenthalfacies des Stocklettencomplexes im Grüntengebiete aufmerksam gemacht; es ist also die Wahrscheinlichkeit nicht auszuschliessen, dass auch hier die Achthaler Sandsteine und Conglomerate im Hangenden der Stockletten folgen.

Wenn wir so diese Zugeständnisse an einem etwaigen Zweifel bezüglich unserer obigen stratigraphischen Einreihung der Achthaler Sandsteine sehr wohl

machen können, bleiben wir indessen ganz bei der Auffassung der stratigraphischen Identität der faciell immerhin sehr wohl unterschiedenen Achthaler Sandsteine und der Gesteine der Flyschzone. Demnach würde consequenterweise der Flysch in Bayern hauptsächlich den Schichten über den Stockletten, d. h. dem oberen Flysch der Schweiz, entsprechen; es ist das die Ansicht, welche im Allgemeinen von Gümbel von jeher vertreten hat und für welche auch noch heute die meisten Gründe sprechen.

Die Ueberlagerung des alpinen Senons durch den Flysch in Bayern wäre nach dieser Folgerung eine Transgression von der Art, wie wir sie ebenso in weitem Maassstab in der Schweiz oben im Zusammenhang nach den vortrefflichen Abhandlungen der Schweizerischen geologischen Commission dargestellt haben. Wir konnten feststellen, dass vom Grünten bis beinahe zum Thuner See eine Linie von einzelnen Flyschtransgressionslocalitäten vorliegt, die einer Reihe schwach inselartiger Erhebungen entspricht, von welchen südlich ein terrassenartig erhobenes Flachland einen Continent zur Zeit des Mitteleocäns darstellte; dieser wurde zur Zeit des oberen Parisien (abgesehen von den einzelnen insularen Erhebungen der Randbarre selbst) unter Wasser gesetzt. Wir betonten, dass diese Verhältnisse in der litoralen resp. submarinen Barre vollständig denen des Litoralgebiets des vindelicischen Continents im Norden der Linie Tölz, Neubeuern, Siegsdorf, Kressenberg gleichen.

Das vom Flysch in Bayern bedeckte Senongebiet könnte also als ein homologes Gebiet am alpinen Eocänufer gelten, wie es auch ganz in der Streichrichtung des schweizerischen fortsetzt. Der Unterschied zwischen dem Gebiet in der Schweiz und dem von Bayern konnte hier nur in einer allgemeinen stärkeren Erhöhung des letzteren liegen, so dass das Parisien-Meer das Land noch nicht überschritt und daher Gebilde der Adelholzener Facies nur eine geringe Ausdehnung hatten oder gar nicht zur Entstehung kommen konnten und dass erst die grosse Unteroligocäntransgression*) diesen damals subalpinen Continentalstrich bedeckte. — Wir haben oben S. 104 auch für den Fall, dass Flysch ein untereocänes Faciesgebilde wäre, hervorgehoben, dass der litorale Boden der alpinen Kreideunterlage des Flysches andere Tiefen- und Strömungsverhältnisse besessen haben musste, als sie nach der vindelicisch-pelagischen Seite hin geherrscht hatten.

Wie man nun ganz allgemein von dem zuletzt eingenommenen Standpunkt aus sagen könnte, dass ein so ausgedehntes Faciesgebilde wie der Flysch von einem so gering ausgedehnten wie das Untereocän abzuleiten weniger Wahrscheinlichkeit hat, als von den obereocänen Komplexen, die mit einer mehr pelagischen Facies über vorher mehr litorale Gebiete weit transgrediren, also jedenfalls einem auf weitere Strecken hin vertieften Meere entsprechen, das nothwendigerweise auf irgend einer Seite seine Ufergrenze in die angrenzenden Continente hineinrücken musste, — so lassen sich auch von diesem Standpunkte einige Erscheinungen erklären, welche früher nur sehr schwer oder gar nicht in die Reihe der übrigen Facieserscheinungen einzufügen waren.

---

*) Ich glaube nicht, dass schon das Priabonameer über dieses flache bavarisch-alpine Litoralland transgredirte, wie dies in der Schweiz der Fall ist, wo zugleich in dem Beginn der Adelholzen-Melchaaer Facies auch in den diese überlagernden Priabonaschichten eine gewisse Grenze von Flysch- und Stocklettenfacies liegt, also auch hier die oben erwähnte Barre als submarin noch wirksam betrachtet werden kann (vgl. unten Schluss des Kapitels).

Die litorale Südgrenze unseres mittleren bis oberen Eocänmeeres war vorher völlig ins Ungewisse gerückt; nach der jetzigen Anschauung musste sie unmittelbar nördlich vom heutigen Flyschbereich liegen. Hierbei wird nur eine Erscheinung klarer, nämlich die grosse facielle Annäherung der Sandnockzone an die Eisenärzter Zone in den oberen Schichten, das plötzlich wieder häufige Auftreten von *Numm. Murchisoni*, dem sich auch ein einziges Exemplar des *Numm. complanatus* anschliesst; wir hätten darnach hier eine gewisse Annäherung an Hohgant- (Eisenärzt) Facies des alpinen Uferrandes vor uns, jenseits welcher wir typischere Eisenärzt bis Adelholzener- (sive Melchaa-Bürgen) Facies erwarten könnten. Dies bedingt nicht eine sehr geringe Breite des eigentlich pelagischen Gebiets des alpinen Eeocänmeeres, wenn wir nur bedenken, dass wir zwischen Sandnock- und Kressenbergzone ein Einbruchsgebiet haben, in welchem wohl beträchtliche Faciesübergänge verschwunden sind und sein müssen. Andererseits haben wir noch jenseits der Sandnockzone ein zweites Einbruchsgebiet, in welchem Adelholzener Faciesgebilde sehr wohl eliminirt sein können.

Ein zweiter Punkt betrifft das Untereocän selbst; wir erwähnten es als eine grosse, schwer verständliche Unregelmässigkeit (u. a. S. 86), dass im Steingraben südlich von dem mehr pelagischen untereocänen Bereich in der Erzregion selbst auf einmal zwei Faunen mit Korallen- und Conchylien in entschiedenerem Litoralcharakter auftraten; auch die petrographische Facies und das Vorkommen wohl erhaltener Pflanzenreste bedeutet Gleiches. Nördlich von dieser Fauna haben wir die „Nummulitenzone" mit *Bryozoen*, *Lithothamnien*, *Serpulen* und *Cranien* im Lechner Graben, Blaser Graben (nördliches Anstehen), Riedelbach, Steingraben (nördliches Anstehen), welche mit dem südlichen Steinbachanstehen durch den häufigen *Spondylus Gümbeli* n. spec. verknüpft sind.

Nicht ganz identisch, aber sehr nahestehend ist eine Entwickelung des Untereocäns im nördlichsten Kressenbergrevier, das Vorkommen von Serpulen, Cranien, Bryozoen und vereinzelten Conchylien, grobkörnigen Sandsteinen und feinkörnigen schwarzbraunen, glimmerigen, thonigen Sanden mit einzelnen Kalkknollen und Einzelkorallen im Liegenden der Ferdinandflötzregion; das im Karlstollen erreichte grobkörnige, grossen Glimmer führende Gestein mit Tellinen, vielen kleinen Gasteropoden, kleinen Nummuliten (? *Numm. elegans*, *Numm. Heeri*, eine mehr litorale Form, Begleitspecies des *Numm. Murchisoni* siehe S. 83) erinnert in vieler Hinsicht an eine vermittelnde Ausbildung zwischen dem Steingrabenanstehen und jenen der „Nummulitenzone". Auch das Lithothamnienflötz vor dem Jobsten-Bruch hat noch mehr litoralen Charakter. Zwischen beiden oben charakterisirten Strichen verläuft aber der breite Eisenoolith und Glaukonitsandsteinstrich, welcher den reinsten pelagischen Charakter unter allen zu vergleichenden Ablagerungen hat. Auch die beiden Anstehen der glaukonitischen Haplophragmiummergel (vgl. S. 97) zeigen deutlich die zweiseitige Faciesähnlichkeiten an, das eine (Schneidgraben) entspricht der Eisenärzter Zone, das andere (Blasergraben) liegt jedenfalls südlicher als die Kressenberg-Zone und so südlich wie die Nummuliten-Cranienzone.*) Das Untereocän vom Wollsberg-

*) Es ist nämlich sehr wahrscheinlich, dass die in dem Hachauer Kärtchen S. 105 im Blaser Graben noch getrennt gehaltenen *Haplophragmium*-Mergel g mit s den Craniensandsteinen einen einheitlichen untereocänen Complex bilden und ohne Hachauer Schichten normal auf den südlichen Nierenthalschichten aufliegen und zwar in der gewöhnlichen Reihenfolge von unten nach oben: 1. thonreiche feinsandige Mergel mit einer glaukonitischen Kalkbank mit *Haplophragmium*, 2. grobkörnige Sandsteine mit *Crania Kressenbergensis*.

graben zeigt ebenso grosse Aehnlichkeit mit der Steingrabenfacies, trotzdem es durch die Eisenärzt-Kressenberg-Aufschlüsse vom Galon und Katzenloch und das ganze Hachauer Einbruchsgebiet von der südlichen Zone getrennt ist.

Dieser Zweiseitigkeit mit mehr litoralen Bildungen im Untereocän entspricht eine identische im Mitteleocän; sie ist besonders begründet durch eine intermediäre Zone mit mehr pelagischer Faunenentwickelung und petrographisch durch das Auftreten des Erzes und des Glaukonits, deren Züge in den verschiedensten Horizonten ungefähr entsprechend und sich nur schwach kreuzend über einander auftreten. Diese Thatsachen würden feststellen, dass uns in dem vorliegenden Eocängebiete so ziemlich beide Uferzonen, sicher beide für das noch wenig ausgedehnte Untereocän, nur zum Theil das südliche für das untere Mitteleocän vorliegen; über das südliche Ufer wäre darnach das Flyschmeer in gewaltiger Transgression hinüber geschritten. Das Auftreten des Mitteleocäns an der Leitenbach-Mühle wäre dann auch in anderer Weise zu erklären; es wäre dies ein südlichster Posten des auf Nierenthalschichten aufruhendem Mitteleocäns, ein inselartiger Erosionsrest inmitten des grossen (bartonischen) Erosionsgebiets am alpinen Ufer; die nördlich an der Mühle davorliegenden Achthaler Sandstein-artigen „Flyschschichten" sind vielleicht auch als Grenzsandsteine der Jobstenbruchfacies zu erklären, welche ja, wie häufig erwähnt (wenn auch ohne Fucoideneinschlüsse), im äussersten Maasse flyschartig sind. Wir hätten also auch hier wieder Achthaler Sandstein- bis Flysch-artige Bildungen in den untereocänen Grenzsandsteinen nördlich und südlich des Kressenberger Striches, und wie diese mehr pelagischer Entstehung sind, so weisen jene auf mehr litorale Wassergebiete hin.

Das oben hypothetisch als nordwestliches Uebergreifen südlicher Faciesausbildungen der Sandnockzone nach der Kressenbergzone gefolgerte Verhalten scheint also nicht stattzufinden und lassen sich die Erscheinungen auch anders als zweiseitig-vergleichbare litoral-genäherte Gesteinsfacies erklären. Damit fällt eine Hauptstütze der Deductionen, welche die Achthaler Sandsteine in einem Parallelismus eines stärkeren nordwestlichen Vorrückens noch südlicherer Faciesgebilde den untereocänen Sandsteinen gleichzustellen bestrebten. Es wird auch hiermit die sonst ganz unerklärliche Erscheinung von der Erwägung ausgeschlossen, dass, während in der untereocänen Erzschicht im Kressenberg ein Gleichlaufen mit den mitteleocänen Faciesgebilden vorliegt, in den unmittelbar darunter liegenden Sandsteinen eine so scharfe Strömungs- und Faciesdurchkreuzung stattgefunden haben soll, die kein einziges der für die Achthaler Breccien charakteristischen Geschiebe in den typisch untereocänen Gebilden mehr auftreten liess (vergl. S. 100).

Diese also auch hieraus noch zu folgernde Zweiseitigkeit ist indessen keine Gleichseitigkeit, die Eisenoolith führenden Kressenberger Bildungen liegen der Eisenerzfacies viel näher, als der Sandnockfacies, welche nach den Schweizer Vorkommnissen orientirt immer noch mehr „subalpin" liegt. Die kressenberger Facies der Erzflötze hat sich auch jedenfalls noch nördlich und nordöstlich über das heutige Erzgebiet hinaus erstreckt, weswegen wir auch bei dieser geänderten Anschauung noch anzunehmen berechtigt sind, dass der Erzstrich dem vindelicischen Ufer genähert lag. Die Knollenlage mit Rotherzgeschieben über dem Rothflötz an der Basis der einer ausgedehnten Gebietsverflachung entsprechenden Mittelschichten geht ja weit über die südliche Erstreckung des Rothflötzes hinaus und verlangt auch eine Rothflötzentwickelung

im Norden und Nordosten der jetzigen fast auf der nördlichen Kressenbergzone beschränkten Rothflötzbereiches; ja wir kennen auch noch eine Schwarzerzfacies derselben im Norden und Nordosten theoretisch erwarten, was auch faktisch einzelne kleine Schwarzerznester im Ferdinandflötz beweisen! Also eine Gleichseitigkeit liegt jedenfalls nicht vor, was auch aus dem Verhalten im Untereocän zu betrachten ist. Die Cranien-, Nummuliten-, Bryozoen- und Lithothamnienzone, welche im Kressenberg dem Glaukoniterzstrich vorgelagert ist, erscheint hier durchgängig mit grobkörniger und in geschlossenen massigen und festen Bänken, während die gleiche Ausbildung südlich nur isolirte schwache Bänkchen oder meistens nur einzelne Brocken grobkörnigen Materials enthält; auch das nördlich vom Erzstrich liegende Lithothamnienflötz mit der S.-W.-Richtung seiner Zertrümmerungsstrecke spricht eine deutliche Sprache; das Wachsthum dieser Kalkalgen verlangt einen der heftigsten Strömung mit starker Schlammtrübung dem Wasser sehr genäherten Vegetationsort.

Aus alledem liesse sich folgern, dass die stärksten Strömungen auf der vindelicischen Seite wirkten (vgl. auch die Korngrösse des Ferdinandflötzes der Zwischenlagen der Mittelschichten und des Emanuelflötzes). Nun ist aber Thatsache, dass die Stromschnellen sich nach den tiefsten Punkten eines Stromgebiets hinrichten; das Erzgebiet mit den Treibmaterialien der grössten specifischen Schwere bezeichnet daher den Tiefenstrich des Meeres. Die kleinen Anzeichen einer im Allgemeinen nordsüdlichen Provenienz des Erzes werden dadurch nur verstärkt, wenn man bedenkt, dass es naturgemäss nach der tieferen Mitte der Seemulde abgetrieben wird. Andererseits erklärt sich die nördliche und südliche Sandfacies zu beiden Seiten der Erzfacies viel ungezwungener durch Differenzirung der Sedimente nach dem specifischen Gewicht und der Strömungsstärke. Wenn wir dieses Bild weiter ausarbeiten, so kommen wir zu der Ansicht, dass unser Gebiet nicht ausschliesslich, aber doch vorzugsweise ein Sedimentationsgebiet und dass die Faunen zu einem grossen Theil von Stellen stammen, an denen starke Strömungen nicht die ganze Meeresbreite einnahmen, sondern mehr pelagisch verliefen; litorale Gebiete mit ruhigen Verhältnissen boten an anderen Stellen grössere Möglichkeit zu faunistischer Entfaltung. Es konnten das isolirte Gebiete sein, in denen wohl die faunistische, aber die petrographische Zonenunterscheidung geologisch gar nicht möglich wäre; es liegt nahe, diese Gebiete mit grösseren continentalen Ausströmungen zusammen zu bringen, welche vielleicht mit ihren Thalbildungen auch eben jene tektonischen Strömungsgebiete darstellen, denen der Eisenoolith seine Entstehung verdankt.

Die Ansicht also, dass auch der bayerische Flysch obereocän bis unteroligocän sei, kann nicht nur in gewisser Hinsicht aus dem Kressenberggebiet bestätigt werden, sie liefert auch noch ausserdem eine etwas präzisere Feststellung des südlichen „alpinen“ Ufers des unter- und mitteleocänen Meeres, welche wiederum für das Verständniss der Zonenunterscheidung und die Topographie des Meeresbodens einfachere und naturgemässere Verhältnisse liefert. Wir müssen hierbei zweierlei annehmen, 1. dass die litoralen und sublitoralen Bildungen des Mitteleocäns, wie wir sie aus den Schweizer Alpen kennen, zum Theil in der eigenartigen Verwerfungszone unmittelbar vor dem Flysch*) ver-

*) Diese Verwerfungszone ist ein grossartiges Versenkungsgebiet mit mehrfach deutlichen Unterschiebungsanzeichen von Süden nach Norden. Von Oberwald nach Hörgering

schwunden sind und zum Theil auch während der kleinen oberen mitteleocänen Continentalperiode bis auf geringe Reste (vgl. Leitenbachmühle) erodirt wurden, oder dass das südliche Pendant der Adelholzener Zone, eine Melchaa-Bürgenzone hier überhaupt nicht wesentlich zur Entwickelung kam, wie wir es oben S. 146 für das nördliche Flyschtransgressionsgebiet des Schweizer Eocäns aus mehreren Gründen folgern zu müssen glaubten; diese Annahmen liegen aber nicht ausser dem Kreis der Möglichkeit einer stichhaltigen Begründung. Dabei behalten aber unsere Ausführungen über vindelicische und alpine Facies ihre ganze Berechtigung und müssen auch hier als die Grundlage der Lösung des Flyschproblems gelten.

Was nun die Verhältnisse des sich östlich an unser Gebiet anschliessenden österreichischen Flyschzuges betrifft, so hat Mojsisovics 1890 den Salzburger Flysch einheitlich der Kreide unter den Belemnitellen-Mergeln eingefügt, hierbei aber die ganz unzulässige Gleichstellung vom Mattseeer Eocän (unteres Parisien) und Glanegg-Reichenhaller Eocän (Obereocän (?) bis Unteroligocän) zur Grundlage des Vergleiches gemacht, trotzdem die Frage in Diskussion stand, ob nicht gerade der Flysch dem Intervall zwischen unterem Parisien und oberstem Eocän bis Unteroligocän (exclus. oder inclus.) oder möglicherweise auch dem von oberer Kreide-Parisien entsprechen konnte. Nun kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass wenigstens ein gewisser Theil des Salzburger Flysches, der die Fortsetzung unseres Teisendorfer Flyschzugs bildet, eocän ist, wie auch im Wiener Wald nach den Untersuchungen von Stur und Paul noch eocäne Gebilde einen wichtigen Bestandtheil des Flysches ausmachen, die daselbst in der nördlichen Zone ihre Verbreitung haben. Allem Anschein nach ist dieser östlichste nummulitenführende Flysch obereocän oder entspricht jedenfalls nicht dem Untereocän und unteren Mitteleocän.

Wenn wir also den Profilen Maurerflötz-Maurergraben-Steingraben, Vorderleiten-Achthal, Starzmühle - Surrthal-Gumperting trauen können, so muss unser Flysch, da er dem Achthaler Sandstein entspricht, dem oberen Schweizer Flysch gleichgestellt werden; wir hätten dann in Bayern einen Priabonaflysch nicht, derselbe wäre nur in den Stockletten mit Granitmarmor vertreten, welche sich in Bayern noch innerhalb des alten Eocän-Beckens gehalten hätten. Diese Facies haben wir ja noch im Sandnockgebiet, unmittelbar daneben aber schon Flyschfacies, ohne nur eine Spur von Reminiscenzen an die Facies des Globigerinenschlammes, wie dies der Priabonaflysch der Westalpen so deutlich und massenhaft zeigen soll.

Der Parallelismus der Zonen- und Faciesabstufungen zwischen Granitmarmor-Stockletten und den mitteleocänen und untereocänen Gebilden schien mir immer so gross, dass ich stets nur wesentlich gleiche Ablagerungs- und Meeresbeckenverhältnisse annahm. Wenn daher der Flysch in Bayern schon den Priabonaschichten entspräche, so wäre es immerhin auffallend, warum gar keine Litho-

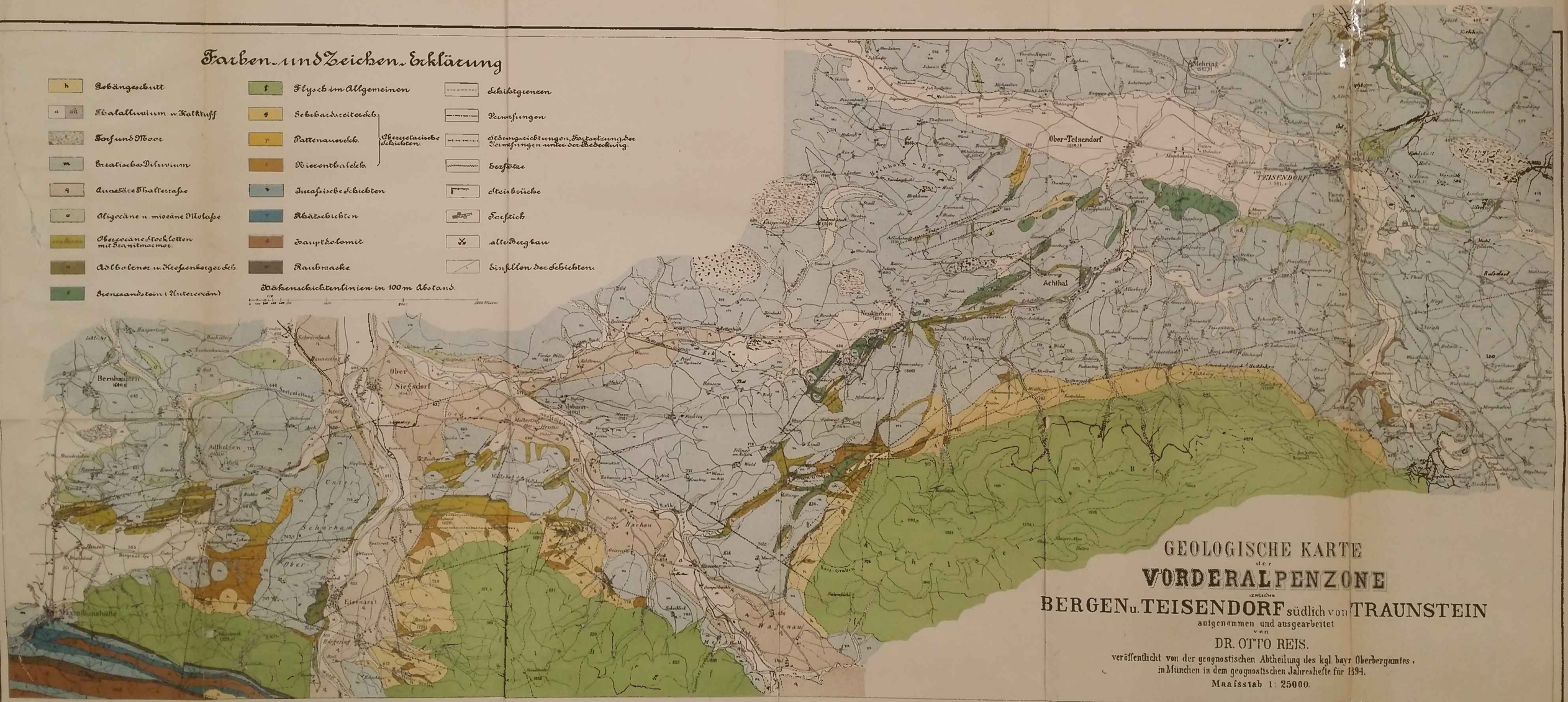
herüberstreichend, schliesst sich an sie im Traunthal die Eisenärzter Versenkung und das Vorrücken des Flysches nach Norden an; am Lechner ist die deutlichste Unterschiebung nach Nordosten zu erkennen; unmittelbar hieran schliesst sich das merkwürdige Hachauer Versenkungsgebiet (Blasergraben = Katzenlochgraben) der rothen Traunthalung. Die Fortsetzung im Mühlgraben nach dem Sandnock zu sieht nur unschuldiger aus; hinter dem Sandnock haben wir wieder starke Ueberschiebungsanzeichen, unmittelbar dahinter wieder in der Fortsetzung des Verwerfungsstreifens die Einschaltung eines zweiten Flyschzuges, in dessen südlichstem Bereich das Auftreten an der Leitenbach-Mühle zu erwähnen ist.

thamnien-Nummuliten-Lager in ihm aufträten, die doch in der Schweiz so reichlich vorhanden sind. Bezeichnend dafür scheint mir, dass vom Allgäu an nach Westen, wo also schon in der Zweitheilung des Flyschzugs andere Verhältnisse sich ankünden, wo auch in oberer Kreide, Untereocän und Mitteleocän eine deutliche Ausbildungsgrenze zu erkennen ist, wo auch tektonische Verhältnisse im Eocän sowohl, wie in Kreide, Trias und Jura einen bedeutsamen Wendepunkt darstellen, — dass hier zuerst mit den eocänen Eruptivgesteinen (die mit dem oberen Flysch verbunden sind) auch die ersten Anzeichen des dem unteren Flysch angehörigen Wildflyschs (Terminus Kaufmann) zu beobachten sind. Petrographisch entsprechen auch alle im unteren bayerischen Flysch vorkommenden Gesteinsarten, eingeschlossen die kleinbrecciösen Conglomerate, (Kaufmann 1886, S. 556, vgl. den Reiselsberger Sandstein) mehr den Gesteinsarten des oberen oder Sylvanflysches. Auch die von Rothpletz (Profil durch die Ostalpen 1894, S. 109) entdeckte Foraminiferen führende Lage erinnert an die von Kaufmann l. c. S. 557 erwähnten Lage mit „winzigen Petrefakten-Körperchen"; an der Grenze nach dem unteren Flysch werden Quarzite erwähnt, die sowohl im Achthaler-Complex, als im untersten Flysch (Bucheckergraben) zu beobachten sind. Demnach müsste eine grössere Transgression inmitten der Flyschperiode stattgefunden haben. Dies würde damit stimmen, dass Quereau die Einfuhr der Iberger Klippen in die mittlere Flyschzeit verlegt.

Wenn nun v. Gümbel schon 1861 die Möglichkeit ernst erwägt, dass der Flysch ein Aequivalent der in den tiefen alpinen Buchten auftretenden „oberen Nummulitenschichten" sei und Stur diese Ansicht auf den cretacischen Flysch in Beziehung auf die in den Fjorden der Kalkalpen eingeschlossenen Gosaubildungen anwendet, so wird die Annahme solcher Vertretung in Hinsicht auf die gleichartigen Vertretungen von Priabona-Stocklettenschiefer mit Granitmarmor durch Flysch mit granitmarmorartigen Ablagerungen und Zurücktreten der Globigerinenschichten nur bekräftigt. Wir können nach der jetzigen Kenntniss der Ablagerungen in den Eocän-Oligocänbuchten auch zwei Abtheilungen in ihnen unterscheiden, von welchen die erste der Priabonastufe entsprechen kann, die letztere der unteroligocänen Castelgombertostufe sicher entspricht; erstere Lagen hätten mit dem Stockletten-Meere durch die Inn- und Saalachdepression in Verbindung gestanden und würden mit ihren Breccien und Mergeln mit Kohle (Haering, Reit im Winkel, St. Zeno) der ersten Priabonainundation entsprechen, letztere würden der eigentlichen unteroligocänen, das cretacische alpine Litoral bedeckenden Flyschtransgression angehören und in den Fjordbuchten von Reit, Reichenhall-Hallthurm mit den Mergeln und Korallenbreccien*) beginnen.

*) P. Oppenheim, der bezüglich der Priabonatransgression im Vicentin, wie oben S. 79 schon berücksichtigt, ausführlichere Daten an der Hand der Nummuliten gab, hat ganz neuerdings in einer vorläufigen Mittheilung (Rivista Ital. di Paläontol. Febbr. 1896. 1) diese Daten verallgemeinert; aus seiner kurzen Darstellung, die jedenfalls sehr berücksichtigenswerth ist, geht hervor, dass er die Priabonatransgression nicht von einer unteroligocänen Transgression getrennt hält. Einer weiteren Ausführung kann man mit Interesse entgegensehen, da sie unsere obigen Ausführungen stellenweise vereinfachen würde. Ich darf bemerken, dass bei einer unter Führung von Herrn Oberbergdirector Dr. v. Gümbel ausgeführten Begehung der wichtigsten Eocänpunkte in Südtyrol und im Vicentin mir einige Zweifel an der Orientirung der Roncaschichten, der wir im Vorhergehenden gefolgt, aufgestiegen sind, auch schien mir stets der Zweifel an der Gleichalterigkeit der Kohlen führenden Schichten von Haering und der Diablerets wenigstens bedenklich.

Gebrüder Gotthelft, Kgl. Hofbuchdruckerei, Cassel.


Farben- und Zeichen-Erklärung
h Gehängeschutt
a alt Thalalluvium u. Kalktuff
Torf und Moor
m Erratisches Diluvium
q Quartäre Thalterrasse
o Oligocäne u. miocäne Molasse
Obercretacische Foraminiferenschichten mit Scaphitenmergel
Adlholzer u. Kressenberger Schichten
Senonsandstein (Untercretacisch)
f Flysch im Allgemeinen
g Gebirgsschutt
Obercretacische Schichten
p Plattenausbiss
r Rierenthalerschichten
Jurassische Schichten
Rhätschichten
Hauptdolomit
Rauhwacke
Schichtgrenzen
Verwerfungen
Streichrichtungen, Fortsetzung der Verwerfungen unter der Bedeckung
Bergstraße
Steinbrücke
Forstich
alter Bergbau
Einfallen der Schichten
Böschungsschichtenlinien in 100 m Abstand
Bernhausen
Ober Siegsdorf
St. Johann
Adlholzen
Unter Scharham
Ober Scharham
Maximilianshütte
Eisenhart
Hachau
Waldenau
Neukirchen
Achthal
Ober-Teisendorf
TEISENDORF
Aschring
Hachhausen Berg
Wald
Berg
Graben
Kreuz
Kapelle
Schule
Pfarrhof
Mühle
Bad
Kirche
Gasthaus
Brücke
Steinbruch
Quelle
Brunnen
Friedhof
Schloss
Ruine
Turm
Denkmal
Grenze
Weg
Strasse
Eisenbahn
Fluss
Bach
Wiese
Feld
Acker
Garten
Obstgarten
Weinberg
Hopfengarten
Hof
Haus
Stall
Scheune
Schuppen
Werkstatt
Schmiede
Sägewerk
Mühlrad
Wehr
Damm
Ufer
Insel
Furt
Steg
Fähre
Hafen
Bahnhof
Station
Tunnel
Viadukt
Durchlass
Kanal
Graben
Hecke
Zaun
Mauer
Tor
Pforte
Fenster
Dach
Schornstein
Antenne
Mast
Leitung
Kabel
Rohr
Ventil
Hahn
Schieber
Pumpe
Motor
Generator
Transformator
Schalter
Sicherung
Lampe
Glocke
Uhr
Fahne
Wappen
Inschrift
Gedenkstein
Kreuz
Bildstock
Wegkreuz
Grabstein
Friedhof
Kapelle
Kirche
Pfarrhaus
Schule
Rathaus
Gasthof
Brauerei
Bierkeller
Metzgerei
Bäckerei
Konditorei
Apotheke
Arzt
Zahnarzt
Tierarzt
Hebamme
Krankenhaus
Altersheim
Waisenhaus
Kindergarten
Spielplatz
Sportplatz
Turnhalle
Schwimmbad
Freibad
Hallenbad
Sauna
Solarium
Massage
Friseur
Kosmetik
Fußpflege
Reinigung
Wäscherei
Bügelei
Schneider
Schuster
Sattler
Tischler
Schreiner
Drechsler
Korbmacher
Bürstenmacher
Seilermacher
Weber
Spinnerei
Färberei
Gerberei
Lederfabrik
Schuhfabrik
Textilfabrik
Papierfabrik
Druckerei
Verlag
Buchhandlung
Antiquariat
Kunsthandlung
Galerie
Museum
Bibliothek
Archiv
Standesamt
Gemeindeamt
Landratsamt
Finanzamt
Gericht
Notar
Rechtsanwalt
Steuerberater
Wirtschaftsprüfer
Unternehmensberater
Versicherung
Bank
Sparkasse
Volksbank
Raiffeisenbank
Kreditgenossenschaft
Bausparkasse
Immobilien
Hausverwaltung
Architekt
Bauunternehmung
Zimmerei
Dachdecker
Spengler
Installateur
Elektriker
Maler
Lackierer
Tapezierer
Fliesenleger
Estrichleger
Maurer
Betonbau
Stahlbau
Holzbau
Fertighaus
Blockhaus
Ferienhaus
Zweitwohnung
Hauptwohnsitz
Nebenwohnsitz
Meldeamt
Einwohnermeldeamt
Gewerbeamt
Gewerbeanmeldung
Gewerbeabmeldung
Reisegewerbe
Stehendes Gewerbe
Handwerk
Handel
Einzelhandel
Großhandel
Import
Export
Spedition
Lagerhaus
Kühlhaus
Tankstelle
Autowerkstatt
Autohaus
Fahrschule
Taxi
Mietwagen
Busunternehmen
Reisebüro
Touristeninformation
Kurverwaltung
Kurmittelhaus
Therme
Wellness
Fitnessstudio
Yoga
Meditation
Esoterik
Heilpraktiker
Naturheilkunde
Homöopathie
Akupunktur
Physiotherapie
Ergotherapie
Logopädie
Psychotherapie
Beratung
Coaching
Seminar
Vortrag
Veranstaltung
Kongress
Messe
Ausstellung
Markt
Wochenmarkt
Jahrmarkt
Volksfest
Kirchweih
Schützenverein
Trachtenverein
Musikverein
Chor
Orchester
Blasmusik
Volksmusik
Tanzgruppe
Theatergruppe
Laienspiel
Kabarett
Kleinkunst
Comedy
Zauberer
Clown
Artist
Akrobat
Jongleur
Feuerschlucker
Straßenmusiker
Bettler
Obdachlosigkeit
Sozialamt
Jugendamt
Altenheim
Pflegeheim
Hospiz
Friedhof
Bestattung
Leichenhalle
Krematorium
Urnenhain
Gedenkstätte
Mahnmal
Denkmal
Brunnen
Quelle
Wasserfall
Höhle
Grotte
Felsen
Klippe
Steinbruch
Kiesgrube
Sandgrube
Lehmgrube
Tongrube
Bergwerk
Stollen
Schacht
Grube
Halde
Abraum
Erz
Kohle
Salz
Gips
Kalk
Dolomit
Sandstein
Granit
Basalt
Tuff
Lava
Vulkan
Krater
Geysir
Thermalquelle
Mineralquelle
Heilquelle
Trinkhalle
Kurpark
Promenade
Uferpromenade
Seebad
Strandkorb
Liegestuhl
Sonnenschirm
Badeanstalt
Umkleidekabine
Duschen
Toilette
Rettungsschwimmer
Wasserwacht
Bergwacht
Feuerwehr
Polizei
Notruf
Rettungsdienst
Krankenwagen
Notarzt
Hubschrauber
Rettungsstation
Lawinenwarnung
Wetterstation
Messstation
Pegel
Hochwasser
Überschwemmung
Deich
Damm
Schleuse
Wehr
Kraftwerk
Umspannwerk
Leitungsmast
Hochspannung
Niederspannung
Trafo
Schaltanlage
Sicherung
Blitzableiter
Erdung
Potentialausgleich
Isolator