

Ueber bituminöse Mergel.

Von Bruno Sander.

Mit 4 Textfiguren.

Das Studium bituminöser Mergel habe ich auf Anregung Herrn Dr. Hansgirgs während des Krieges in Kleinasien begonnen und nach dem Kriege namentlich in Deutschösterreich fortgesetzt. Die nötigen Mittel für letztere Untersuchungen, von welchen allein hier die Rede ist, sind dem industriellen Interesse Herrn Dr. Koritschoners zu verdanken, wertvolle Ratschläge und Mitarbeit hinsichtlich der Nordtiroler Vorkommen dem geologischen Bearbeiter dieser Gebiete Dr. Ampferer sowie Dr. Hammer, eine sehr große Zahl fortlaufend erledigter und uns orientierender Oelgehaltsbestimmungen der Mitarbeit Herrn Dr. Strohschneiders, für welche in Innsbruck die Herren Professoren Dr. Zehenter und Dr. Blaas in ihren Laboratorien Raum gaben.

Da eine ausführliche Darstellung des Häring-er Vorkommens anlässlich der Kartierung des Blattes Kufstein durch Ampferer bevorsteht und der Bergbau Bächental mit fortschreitender Aufschließung ebenfalls besser einer späteren Darstellung vorbehalten bleibt, werden in dieser Mitteilung geologische Details im Anhang nur für den Seefelder Lagerstättentypus angeführt und sollen auch die betreffenden Detailstudien von Dünnschliffen erst den Beschreibungen von Häring und Bächental beigegeben werden. In diesem Sinne ist das Folgende unvollständig, aber eben als erste Mitteilung gedacht.

Was die Schliffpräparate anlangt, so wurden die Schliffe vom Präparator König auf Kollolith mit einmaliger gelinder Erwärmung ohne Uebertragung hergestellt. Ich habe sie nach der teilweisen Behandlung mit Salzsäure mit Zedernharz gedeckt und keinerlei Nachteile des ganzen Verfahrens wahrgenommen, als daß man sich vielfach mit ziemlich dicken Schliffen begnügen muß.

In der Literatur sind manche Bitumenmergel gelegentlich der Beschreibung ihrer Großfaunen (Seefeld, Häring) erwähnt, bisweilen kartiert (Ampferer in den nördlichen Tiroler Kalkalpen), im Schliff meines Wissens nicht untersucht. Auf die Nutzbarkeit mancher dieser Vorkommen bezieht sich eine meist sehr irreführende Gutachtenliteratur, welche die stratigraphische Stellung zu verkennen, die Oelgehalte weit zu überschätzen pflegt und bisweilen noch überdies selbst von Staatsinstituten aus mit dem Rüstzeug des Wünschelrutenunfuges zu Werke geht.

Nach den Erfahrungen im Felde unterschied ich auf Grund der geologischen Position (stratigraphische Stellung, sedimentäre und tektonische Fazies) der Bitumenmergel einige bei späterer Gelegenheit ausführlicher zu beschreibende Typen alpiner Bitumenmergelagerstätten. Das Studium der Gesteine im Dünnschliff führt zwanglos zur gleichen Einteilung. Diese Lagerstättentypen sind also auch durch das Dünnschliffbild charakterisierbar. Ein praktischer Wert der Dünnschliffuntersuchung dieser Gesteine liegt ferner darin, daß sie schon für sich oder zusammen mit der Vergasung im Röhrchen nach Hansgirk, ein Bild von Verteilung und Menge des Bitumens im Gestein ergibt und manchen gelegentlich technologisch belangvollen Hinweis (zum Beispiel Gebundenheit des Bitumens an die tonige Substanz, leichte Trennbarkeit vom Kalk, Rolle feinverteilter Kohlen oder Pyrite etc.). Die Dünnschliffuntersuchung ist, wie hier gezeigt wird, leicht möglich und zu empfehlen, übrigens weiteren Ausbaues was die Diagnose der Bitumina anlangt, voraussichtlich fähig.

Auf Grund der stratigraphischen Stellung, der sedimentären und tektonischen Fazies und des Befundes unter dem Mikroskop kann ich vorläufig folgende Typen alpiner Bitumenmergel unterscheiden, welche ich hier nur kurz gegeneinander kennzeichne (vgl. auch Verhandl. d. Geolog. Staatsanstalt 1920, pag. 30, 1921, pag. 26), während ich bezüglich ihrer gemeinsamen Eigenschaften auf das später Folgende verweise.

Bituminöse Mergel sind in den Alpen derzeit aus folgenden Formationen bekannt: Hauptdolomit, Lias, Gosau (nach mündlicher Mitteilung von Ampferer und Schmidt), Tertiär.

Unterscheidung einiger Lagerstättentypen.

1. Typus Seefeld: Oberer Hauptdolomit.

Untersuchte Beispiele: Seefeld, Fernpaß, Obsteig, Oelgraben im bayrischen Karwendel (Mischtypus zwischen „Seefeld“ und „Achensee“), Lienzer Dolomiten.

Ausbildung: Geschichtete, mit Vorliebe kalkige, bisweilen etwas sandige Mergel mit unter 5% Oel, im Streichen nach Kilometern, in der Mächtigkeit nach Dutzenden von Metern zu messen. In manchen Fällen und dann wieder nur stellenweise in solchen Serien das hochwertige, in sich ziemlich homogene Material mit bis 20% Oel und mehr. Rhythmische Feinschichtung bis an die Sichtbarkeitsgrenze wird durch blaulichweiße Anwitterung sichtbar; frischer Bruch dunkelbraun. Starker bituminöser Geruch schon bei geringen Bitumengehalten, oft stärker als bei reicherm Material. Bezeichnend ist rascher Wechsel hältiger Mergel und tauber Kalk- (selten Dolomit-) lagen. Es ist also bergbaulich und für die Probenahme zu unterscheiden: die Seefelder Serie; innerhalb derselben die tauben Kalke und die hältigen Mergellagen (nach Dezimetern zu messen); innerhalb letzterer das hochwertige Material oft verdrückt, da steigender Ton- und Bitumengehalt gleichermaßen zur Lokalisierung der tektonischen Teilbewegung beitragen. Je hältiger der Mergel, desto mehr

fluidale Kleinfaltung, plastisches Umfließen spröderen Materials, tektonische Linsen und Bewegung in der Feinschichtung. Die Farbe gestattet keinen eindeutigen Schluß auf den Oelgehalt.

Unter dem Mikroskop: Die ärmeren Partien zeigen feinste Schichtung, raschesten Wechsel des Bitumengehaltes quer zu derselben, häufig feinverteilte kohlige Substanz, wenig oder kein Eisenerz. Die häufigsten Mergel zeigen sehr oft durch die Durchbewegung „geregeltes Bitumen“.

Bergbaulich: Gewaltige sichere Tonnagen ärmerer Lager (unter 5%) neben sporadischem, hochwertigem Material (bis über 20%) in Flötzen und Linsen; teilweise in Abbau (Seefeld, Oelgraben). Oelsiedereien.

2. Typus Achensee: Hauptdolomit.

Untersuchte Beispiele: Münster im Unterinntal, Pertisau—Gaisalm am Achensee.

Ausbildung: Zwischen tauben Dolomitbänken liegt häufig verdrückt in meist sehr wenig mächtigen (einige Zentimeter bis wenige Dezimeter) tektonischen Linsen und stark durchbewegt das hochwertige Material vom Seefelder Typus (bis 20% Oel und mehr), dessen feingeschichtete, ärmere Begleiter fehlen.

Bergbaulich: Bäuerliche Kleinbetriebe; für Gewinnung im großen zu ungünstig verteilt.

3. Typus Bächental: Lias mit *Harpoceras*; über rotem Ammonitenkalk und unter den Hornsteinkalken.

Untersuchtes Beispiel: Bächental westlich Achenkirchen am Achensee.

Ausbildung: Dunkelbraune Mergel mit mehr Ton und mit weniger Sand und Kalk als die Seefelder. Mit viel weniger Wechsel quer zur Feinschichtung als die Seefelder und ohne sichtbaren Schalen-detritus oder Ostrakodenumachelle; Feinschichtung viel weniger ausgeprägt. Homogene Bänke mit 5—11% „Oelgehalt“, bläulich anwitternd, wechselnd mit bitumenarmen und tauben Mergeln. Schwacher Bitumengeruch. Durchbewegung geringer und weniger lokalisiert als in den Seefeldern.

Unter dem Mikroskop: Gleichmäßig durchsetzt von Kiesel-nadeldetritus und kleinsten Pyritkörnern. Homogener als die Seefelder. Bitumen entsprechend der geringeren Durchbewegung unge-regelt in schlierig flockiger Verteilung.

Bergbaulich: Teilweise gefaltetes lagerartiges Flöz (im Stadium der Aufschließung neben kleiner Gewinnung im Tagbau). Oelsiederei.

4. Typus Häring: Alttertiär (unter Nummulitenkalk).

Untersuchte Beispiele: Häring Becken, Eibergstraße.

Ausbildung: Echte Bitumenmergel (nicht kohlige Brandschiefer, wie zum Beispiel im Tertiär nördlich Amstetten) im Hangenden der Kohle. Gelbe und braune, feinstgeschlämmte, oft sehr kompakte, muschelartig brechende Mergel, sehr oft mit lebhafter Feinschichtung wechselnd nach Bitumengehalt (gelbbraune Bänderung) und

Schalendetritus von kleinen Faunen. Bisweilen sichtbare, scharf begrenzte Kohleschmitzen. Die Feinschichtung kommt häufig mehr in der Bänderung als mechanisch zum Ausdruck. Bitumengehalte innerhalb der nach Metern zu messenden hältigen Mergel von wenigen Prozenten bis über 20% wechselnd. Für den Abbau und die Probenahme sind meist Bänke von einigen Dezimetern unterscheidbar. Lebhafter bituminöser Geruch, schärfer petrolisch als bei Seefeld und Bächental. Im allgemeinen keine Durchbewegung.

Unter dem Mikroskop: Es bestehen zahlreiche Anklänge an die Seefelder Mergel, was gelegentliche feinsandige Einschwemmungen, feinste rhythmische Feinschichtung mit reichlichem, organischem Detritus anlangt. Das Bitumen im Grundgewebe des Gesteins ist mehr flockig-schlierig angeordnet, der organische Detritus viel mannigfaltiger (Gastropoden, Ostrakoden, Zweischaler, Reste von Kalkschwämmen u. a. m.), die Kohle in scharf begrenzten Linsen nicht in der bisweilen staubfeinen Verteilung (Detritus von Kohlen?) wie in den Seefeldern. Bei Teilbewegung in hochbituminösen Lagen häufig Regelung des Bitumens wie in den Seefeldern. In der Feinschichtung keine Beziehung zwischen Anreicherung von Schalendetritus und Bitumen. Kein gleichmäßig verteilter Pyrit, gelegentlich aber Pyritanreicherungen in der Feinschichtung.

Bergbaulich: Durch den Bergbau auf Kohle bereits aufgeschlossene, große Mengen, deren Abbau im Niveau zwischen der Kohle und dem Bergbau auf Zementmergel zuweilen erschwert, andernorts wieder voraussichtlich sehr leicht ist. Bedeutende Hoffungsgebiete.

5. Typus **Mollaro**: Tertiär (Oligocän der *Clavulina Szaboi*?).

Untersuchte Beispiele: Mollaro im Nonstaler Becken.

Ausbildung: Ungestörte homogene Bank, bläulichweiß anwitternder, im frischen Bruch dunkelbrauner Mergel auf angewitterten Schichtflächen besät von weißlichen Pünktchen (Foraminiferen).

Unter dem Mikroskop: Ein gleichmäßig bitumisiertes, pelitisches Sediment, dicht durchsetzt von Foraminiferen. Deren Gehäuse von Bitumen, von Kalzit und Bitumen oder von reinem Kalzit erfüllt. Bitumen entsprechend der gänzlichen Ungestörtheit der Lagerstätte ungerregelt. Andere Fossilreste als Foraminiferen fehlen.

Bergbaulich: Söliges Lager bisher nur in geringer Ausdehnung aufgeschlossen. Abbau durch Stollen. Oelsiederei.

In dieser Weise lassen sich die untersuchten Vorkommen kurz gegeneinander charakterisieren. Außer Betracht lasse ich hier vorläufig die bituminösen Schichten im Hangenden mancher Braunkohlen und die Vorkommen der Gosau; ferner Hallein—Gutratsberg (Bitumenmergel mit Haselgebirge verknüpfet) wegen allzu dürftiger Aufschließung und unsicherer stratigraphischer Stellung.

Gemeinsame Züge.

Für eine lithologische Charakterisierung der obengenannten Vorkommen in ihren gemeinsamen Zügen ergibt sich namentlich aus der Untersuchung im Dünschliff einiges, das voraussichtlich für eine

ganze weitverbreitete Gruppe bituminöser Seichtwasserfazies gesagt werden kann.

Die Bezeichnung bituminöse Mergel ist zutreffender als „Oelmargel“ oder „Oelschiefer“, da sehr viele dieser Gesteine kein schiefriges Gefüge im genauen Sinne aufweisen und keines der hier beschriebenen Gesteine Oel enthält, sondern organische Verbindungen in fester Form, aus welchen erst bei geeigneter chemisch-technischer Behandlung der Gesteine Oele und andere nutzbare Produkte werden, die den wirtschaftlichen Wert derartiger Gesteine und ihre Einbeziehung ins Berggesetz bedingen. Für die Beschreibung der bituminösen Mergel ist es nötig, vorbehaltlich genauerer chemischer Definition der im Gestein vorhandenen „Bitumane“ die organischen Verbindungen kurz zu bezeichnen. In diesem Sinne unterscheide ich vorläufig im Schlift Kohle und Bitumen.

Die Kohle ist im Schlift als tiefschwarz-undurchsichtiger gegen das Bitumen immer haarscharf abgegrenzter Bestandteil in allen Fällen leicht zu unterscheiden. Irgendwelche Uebergänge oder Mischtypen zwischen Kohle und Bitumen kommen nicht vor. Es ist noch bei den stärksten Vergrößerungen Kohle und Bitumen ebenso ausnahmslos scharf getrennt wie im Handstück für das freie Auge, auch wo die kohlige Substanz in Gestalt kleinster Fragmente und Schmitzen im bitumisierten Gesteinsgefüge erscheint. Dieser Umstand macht die Ausdrücke Kohle und Bitumen für die Beschreibung verwendbar und dürfte jeden Betrachter ähnlicher bituminöser Gesteine mit autigener kohligter Substanz so wie uns zum Schlusse führen, daß im selben Gestein also unter gleichem Druck- und Temperaturbedingungen Inkohlung oder Bitumisierung stattfand, lediglich je nachdem, welches Ausgangsmaterial vorlag. Für die Inkohlung ist auch in kleinsten Fragmenten und mitten im Bitumen meines Erachtens pflanzliches Ausgangsmaterial entscheidend, während für eine ganz unerwartet große Zahl der untersuchten Gesteine die reichlichen Schalenreste verschiedener Kleinfauen tierisches Ausgangsmaterial für die Bitumisierung wahrscheinlich machen.

Diese und vor Jahren auch an kleinasiatischen Vorkommen gemachten Erfahrungen zusammenfassend, weise ich auf die kohleführenden bituminösen Mergel als auf ein ganz besonders überzeugendes Beispiel für die Annahme, daß unter sonst gleichen Bedingungen das Vorhandensein gewisser pflanzlicher Baustoffe die Entstehung der Kohle bedingt, während als Bitumenbringer in erster Linie Kleinfauen (Oskrakoden, dann Foraminiferen) in Betracht kommen.

Die von der Kohle schärfstens getrennte Substanz, welche ich hier Bitumen nenne, rechtfertigt für meinen Zweck eine summarische Benennung durch die einheitlichen Eigenschaften, welche sie zunächst in allen Schliffen zeigt. Durch die Analysenzahlen der betreffenden Gesteine läßt sich eine mit dem Rohölausbringern steigende Färbung von gelbbraun bis schwarzbraun durch das Bitumen feststellen. Erhitzt man einen Mergel aus verschiedenen intensiv gefärbten Feinschichten, so treten aus den intensiver gefärbten Feinschichten die Oeltropfen reichlicher und schneller aus. Beim Glühen verschwindet derartige Feinschichtung, welcher vor dem Glühen eine lebhaft

Bänderung des Gesteins entspricht, vollkommen: das färbende Bitumen ist vergast.

Durch Färben des geglühten Gesteins mit Baumwollblau trat die Bänderung durch verschieden starke Blaufärbung wieder hervor: die bitumenreicheren Feinschichten hatten nach Vertreibung des Bitumens anderes Kleingefüge und dementsprechend stärkere Färbbarkeit durch den Farbstoff, welcher sozusagen an Stelle des Bitumens aufgenommen wurde.

Das Bitumen wird also durch verschieden intensive Braunfärbung des Gesteins sichtbar, womit aber bisweilen Schwarzfärbung durch kohlige Substanz (Seefelder Gesteine) und feinverteilter Eisen-erz (Bächentaler Lias) interferiert.

Im Dünnschliff läßt sich außer der verschieden starken, durchsichtigen ja bei starker Anreicherung oft leuchtend klaren Braunfärbung vielfach eine Anordnung in Gestalt feinsten krümeliger Aggregate feststellen. Die kleinsten unterscheidbaren Teile haben eckigen, oft scharfeckigen, niemals tropfenförmig gerundeten Umriß. Wie weit am Aufbau dieser Partikel bereits tonige Substanz mitbeteiligt ist, bleibt dahingestellt. Von den Beziehungen zwischen toniger Substanz und Bitumen ist weiter unten die Rede. Gerade für jene Feinschichten, in welchen das Bitumen fast rein angereichert ist, wird sein fester Aggregatzustand noch deutlicher. Bei einem Stücke, das im Schraubstock gepreßt und dann geschliffen wurde, durchschneiden die der Beanspruchung entsprechenden Scherflächen die Bitumenlage gleich einem halbspröden Körper. Von der Festigkeit der bitumenreichen Lagen kann man sich auch im Handstück leicht überzeugen. Starke Bitumisierung verleiht den sonst mürben Mergeln oft federnd feste Beschaffenheit. Wo immer die bituminösen Mergel eine natürliche Durchbewegung mitgemacht haben, zeigen die stärker bis rein bituminösen Lagen eine durch die Differentialbewegung erzwungene Regelung zu optisch einheitlichen doppelbrechenden Körpern, deren Querschnitte im Schliff als einheitlich absorbierende und einheitlich auslöschende im gewöhnlichen Licht leuchtend-braun durchsichtige Bänder und fluidale Strähne erscheinen, ganz so wie ich dies mutatis mutandis von den geregelten Lagenquarzen durchbewegter Quarzgesteine als überaus häufige Erscheinung bekannt gemacht habe.

Das Bestehen dieser Erscheinung setzt knetbar festen Zustand voraus. Man kann ihr Analogon leicht herstellen, wenn man erwärmten Ozokerit u. d. M. zuerst als regelloses kristallines Aggregat erstarren läßt und dann etwa durch Ueberstreichen mit dem Fingernagel regelt. Den festen Aggregatzustand und die Unbeweglichkeit des Bitumens im Gestein veranschaulichen ferner sehr gut die zahlreichen Fälle, in welchen das bituminöse Gestein von kalzitisch verteilten Haarspalten bis zur Bildung von Mikrobrecien durchzogen ist, ohne daß jemals nur eine Spur von Bitumen in die Gangfüllung mit eintrat.

Das Bitumen ist also in den bituminösen Mergeln als gelblich bis rotbraun durchsichtiger, kristalliner, doppelbrechender, fester Körper (spröde bis knetbarfest unter den Bedingungen im Gestein) vorhanden, wie dies festen Kohlenwasserstoffen mineralogisch gut entspricht.

Die Verteilung des Bitumens ist eine in ein und derselben Feinschichte meist überaus feine, gleichmäßige und anhaltende in verschiedenen Feinschichten aber stark und jäh oft mit deutlichem Rhythmus wechselnde.

Wo immer tonigere Lagen mit kalkigeren Lagen in der Feinschichtung wechseln, werden die tonigen Feinschichten vom Bitumen bevorzugt. Es ist eine fast ausnahmslose Regel, daß sich das Bitumen an die tonige Substanz hält. Ich habe fast sämtliche Schiffe teilweise mit verdünnter Salzsäure behandelt bis der Kalzit restlos entfernt war. Nach dieser Behandlung erscheint wohl das tonige Gefüge als das daran gebundene Bitumen ganz ungestört. Als Einschluß in Kalzit- oder Dolomitmikrokristallen ist das Bitumen nur spärlich und in den seltensten Ausnahmefällen bei Abwesenheit tonigen Sediments im betreffenden Gesteine zu treffen.

Die früher erwähnte Unbeweglichkeit des festen Bitumens im Gestein, die strenge Anordnung in der Feinschichtung, das gleichmäßige Anhalten in der Feinschichtung und der rasche Wechsel mit derselben, das ausnahmslose Fehlen irgendwelcher Spuren einer Bitumenwanderung quer zur Feinschichtung, die regelmäßige Gebundenheit des Bitumens an den tonigen Feinschlamm, der für eine nachträgliche Imprägnation unwegsamer gewesen wäre als die sandig-kalkigen Lagen, ferner die zu beobachtende Anreicherung des Bitumens zugleich mit der Anreicherung der Schalenreste bitumenbringender Mikrofaunen — all dies spricht dafür, daß wir das Bitumen autigen mit der Feinschichtung des Gesteins zugleich entstanden und nicht ins Gestein imprägniert, eingewandert oder auch nur im Gestein verschoben vor uns haben. Sichere Beispiele für Verschiebungen des Bitumens im Gestein sind mir bis jetzt selbst in den lebhaft gefalteten Gebieten (Seefeld z. B.) nicht begegnet.

Außer Kohle und Bitumen spielt im Mineralbestande der bituminösen Mergel Karbonat und tonige Substanz eine wesentliche, Quarz eine unwesentliche Rolle.

Das Karbonat ist in den Mergeln leichtlöslicher Kalzit, in der Regel auch im Hauptdolomit-Niveau.

Gerade innerhalb dolomitischer Serien wird es deutlich, daß der Bitumengehalt mit Vorliebe an kalkige Schichten gebunden ist.

Außer dieser Beziehung ist als zweite noch wichtigere hervorzuheben, daß das Bitumen im Kleingefüge an die tonige Substanz gebunden ist.

Das Substrat des Bitumengehaltes bilden also in den zahlreichen untersuchten Lagerstätten (Trias, Lias, Tertiär) kalkige bis rein tonige, sehr selten rein sandige Sedimente meist mit ausgezeichneter, häufig rhythmischer Feinschichtung, an welcher sich Schalendetritus und Bitumen (häufig mit deutlicher Beziehung zueinander) mitbeteiligt: typische Gebilde ungestörter lagunärer Sedimentation in stehendem Gewässer mit rhythmischer Trübung und meist eintöniger, aber reichlicher Kleinf fauna. Es ergibt sich von hier aus für den Petroleumgeologen eine Anregung zur Prüfung der Annahme, daß in

den fischartigen Sedimenten überhaupt die analogen Gehalte an authigenem Bitumen in den tonigen Mergeln anzunehmen wäre, während sandige Flysche die besten Bahnen für bereits wandernde Oele, also für Bitumen auf sekundärer Lagerstätte darstellen. Ferner möchte ich für die Lagerstättenkunde bituminöser Mergel hervorheben, daß einerseits wie angeführt innerhalb wechselnder Serien die tonigen Mergel für Untersuchung auf Bitumen besonders in Betracht kommen. Andererseits habe ich an den vorliegenden Lagerstätten, ganz besonders aber an kleinasiatischen Lagerstätten beobachtet, daß der Bitumengehalt der tonigen Mergel vollkommen fehlen kann, ohne daß sich sonst etwas ändert. Im kleinasiatischen Nummuliteneocän fand ich im Streichen der Mergel eine bis ins feinste lithologische Detail jeder Spielart gehende Fortsetzung derselben, von den hältigen Mergelu durch eine Grundgebirgsschwelle getrennt, ohne die Ostrakodenfauna und dementsprechend vollständig taub. In diesem Sinne ist also der akzessorische Charakter des Bitumengehaltes strengstens festzuhalten und ist die Fazies nicht mehr als ein loser Hinweis für den Prospektor.

Was die Stellung dieser Gesteine im System anlangt, so knüpfe ich hier an Potoniés „Entstehung der Steinkohle und Kaustobiolithe“ an und kann mich zugleich mehreren von Potonié über derartige Gesteine geäußerten Ansichten von meinem Material aus nur ganz und gar anschließen. Die an meinem Materiale u. d. M. immer leicht durchführbare Trennung von Kohle und Bitumen ist mit Potoniés Anschauungen gut verträglich. Wo Potonié von bituminöser Braunkohle spricht (pag. 205 ff.), ist das „Bitumen“-Pyropissit vegetabilischer Herkunft und vom Bitumen der Bitumenmergel genetisch scharf getrennt; voraussichtlich übrigens — jedoch fehlt mir hier eigene Erfahrung — ist u. d. M. auch Pyropissit und Kohle in den Übergangsgesteinen zwischen Braunkohle und Pyropissit noch trennbar. Für Potoniés Betonung der Mikrofaunen an Stelle größerer Tierleichen ergaben sich u. d. M. zahlreiche Belege, zum Beispiel wird man keineswegs mehr annehmen, die Seefelder Fische hätten jene von Mikrolumachelle erfüllten Mergel fett gemacht. Bezüglich Potoniés Anschauung, daß als Bitumenbringer sowohl Mikrofaunen als Oelalgen zum Beispiel in Frage kommen, ergab sich weder Beleg noch Widerspruch. Jedenfalls aber ist Bituminisierung und Inkohlung im gleichen Gestein scharf getrennt, je nach dem Ausgangsmaterial: einerseits Pflanzen, andererseits Tiere und Pflanzen, welche sich chemisch wie Tiere verhalten. Welche Substanz (Holzstoffe? Zellulose) die Inkohlung der Pflanzenreste entscheidet, ist eine derzeit noch nicht entschiedene Frage. Was Potoniés Unterscheidung von figurierter und amorpher Form des Bitumens anlangt, so liegt das Bitumen unserer Gesteine im allgemeinen in „nichtfigurierter“ Gestalt vor, wofür ich den Namen amorph der kristallinen Natur des Bitumens halber hier meide und überhaupt nicht mehr für glücklich gewählt halte.

Da ich an der autigenen Natur des Bitumens in den hier beschriebenen bituminösen Mergeln nicht zweifle, sind sie im Sinne Potoniés als allerdings arme, fossile Sapropelite zu bezeichnen, und zwar als Sapropelmergel oder Faulschlammergel.

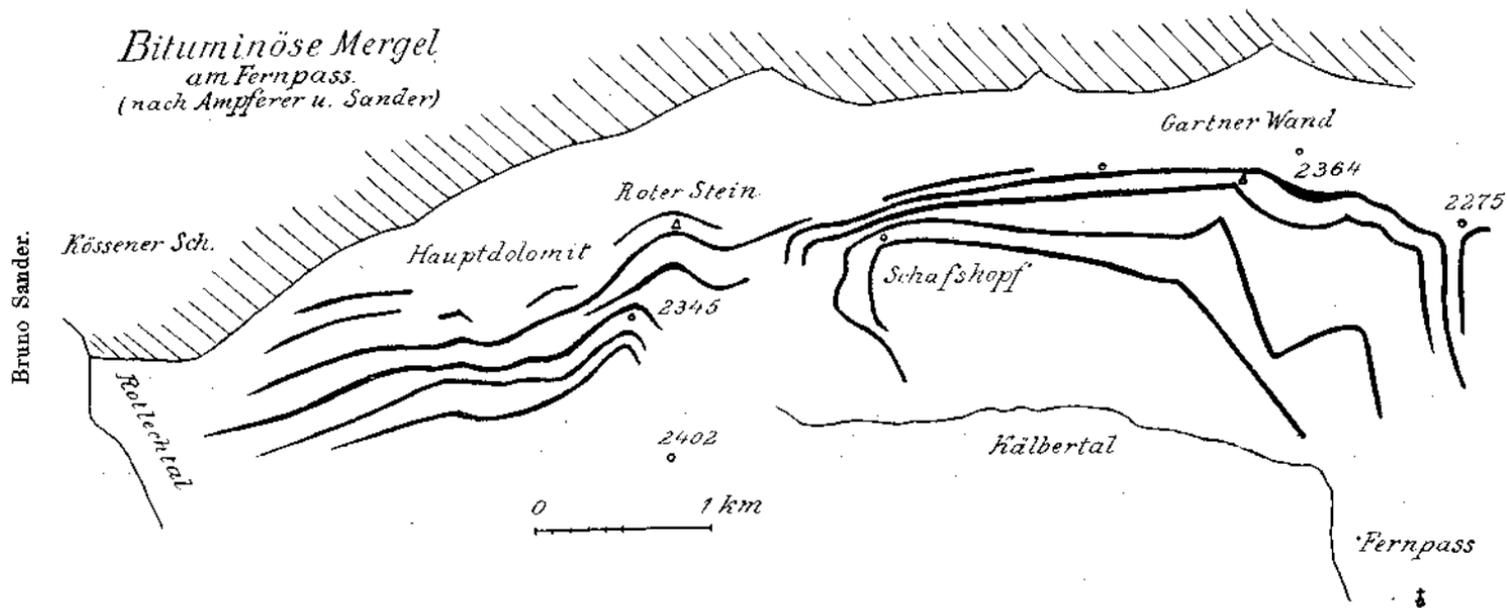
Anhang.

Der Seefelder Typus.

Auf den Blättern Lechtal, Zirl-Nassereit und Innsbruck-Achensee, der Ampferer'schen Karte der Nordtiroler Kalkalpen sind die größeren Vorkommen (Seefeld, Fernpaß, Oberes Lechtal) ausgeschieden und damit auch ihre Stellung im oberen Hauptdolomit, ihr schwarmartiges Auftreten mit zahlreichen Wiederholungen und ihre bedeutende Erstreckung im Streichen gezeigt. Genauere Vorstellung von solchen Serien mit sedimentärer Wiederholung bituminöser Lagen kann die beigegebene Skizze der bituminösen Mergel am Fernpaß geben. Gerade diese Serien erwiesen sich übrigens als ein sehr verarmtes industriell bedeutungsloses Äquivalent der Seefelder Schichten. Im ganzen Bereich des Fernpasses (mit Teggestal und Salvesen bei Imst) entspricht dem oft sehr lebhaften bituminösen Geruche und der schwarzen Färbung der Seefelder Schichten nur ein geringer Kohlegehalt (meist unter 1%, maximal 2.50%) und ein geringer Bitumengehalt (Spur bis maximal 2.50%) wie Dr. Strohschneider an 38 Proben feststellte. Da wir diese Proben im Zusammenhang mit sorgfältiger Begehung und Berücksichtigung älterer Schurfbaue und bestehende Schurfrechte entnommen haben, kann ich feststellen, daß wir außer dem Gebiet am Fernpaß noch folgende Gebiete vom Seefelder Typus zu arm und für Oelindustrien uninteressant gefunden haben: Freischurfgebiet nördlich Obsteig Aschland-Stettelreißer (Begehung Hammer u. Sander); Reutte, Plansee (Begehung Hammer); Leiblfing, Zirl (Begehung Hammer u. Sander); Gamsgraben in den Lienzer Dolomiten (Begehung Sander).

Im Seefelder Gebiete überqueren die steilgestellten Mergelzüge, deren zahlreiche die zitierte Karte enthält, den Kamm der Reiterspitze und die Talhintergründe des Schloßgrabens, des Zirler Cristentals und wahrscheinlich noch des Eppzirlertals. Ihre westliche Fortsetzung unter dem Schutt des Seefeldersattels ist wahrscheinlich. Auf den Halden der älteren Stollen Carola und Helene lassen sich außer den bekannten Fischresten unschwer die Belegstücke für das oben über die Feinschichtung Gesagte finden. Außerdem findet man sowohl hier als in dem jenseits der Reiterspitze über dem Zirler Cristental liegenden Weiterstreichen dieser Züge (alter Stollen bei 1780 m und alte Stollengruppe bei 1650 m in söligen Schichten) durchbewegte nach dem wechselnden Bitumengehalt lebhaft gebänderte Stücke, deren hellere, bitumenärmere und sprödere Bänder zum Teil ihrer Knickfestigkeit entsprechend (nach der Regel der Stauchfaltengröße) in weitere und engere Falten gelegt zum Teil in scharfe Stücke zerbrochen (vgl. Fig. 2) innerhalb dunklerer, bitumenreicherer und plastischerer Partien schwimmen. Allenthalben läßt sich auch im kleinen und großen beobachten, wie die bitumen- und tonreicheren Lagen unter Ausbildung der für alle durchbewegten Bitumenmergel bezeichnenden pechglänzenden Scherflächen und Schichtflächen bevorzugte Bahnen der Teilbewegung im Gebirge werden. Bemerkenswert sind ferner außerordentlich anhaltende Lagen von anhaltender Mächtigkeit (mikroskopisch bis mehrere cm), welche aus nadelförmigen

Fig. 1.



mit *c* auf der Schichtfläche normalstehenden Kalzitrasen bestehen, sozusagen aus Kalzitrasen, welche stets nachträglich von der Faltung erfaßt und entsprechend deformiert sind. U. d. M. findet man diese Kalzitrasen bis zur Dicke von wenigen 100tel *mm* bisweilen als auskeilende Linsen. Die Kalzitrasen heben bisweilen gleich den Eiskristallen, welche Schichten vom lehmigen Boden abheben, feinste Lagen des bituminösen Mergels ab, welcher bereits fertig vorlag.

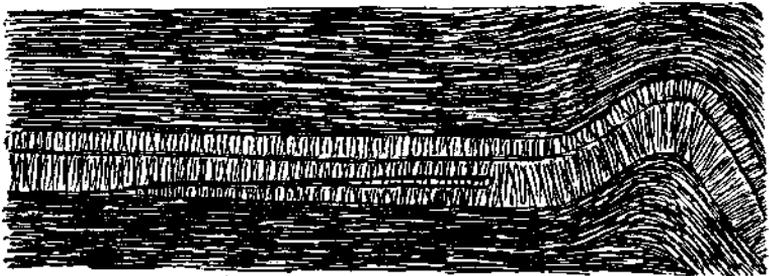
Fig. 2.



Bitumenärmere Lage gefaltet in plastischerer, bitumen- und tonreicherer Grundmasse.

Andererseits ist die konstante Mächtigkeit dieser Feinschichten und die Verteilung der kleineren und kleinsten Linsen derart, daß ich die Kalzitrasen nicht für Füllungen vorgezeichneter Hohlräume halten kann, sondern für Bildungen während der Sedimentation und Diagenese (Bitumeneinschlüsse im Kalzit; voneinander unabhängige Kalzitrasen übereinander nur durch ausdauerndes Bitumenhäutchen getrennt; von Kalzitrasen abgehobene Bitumenschichten).

Fig. 3.



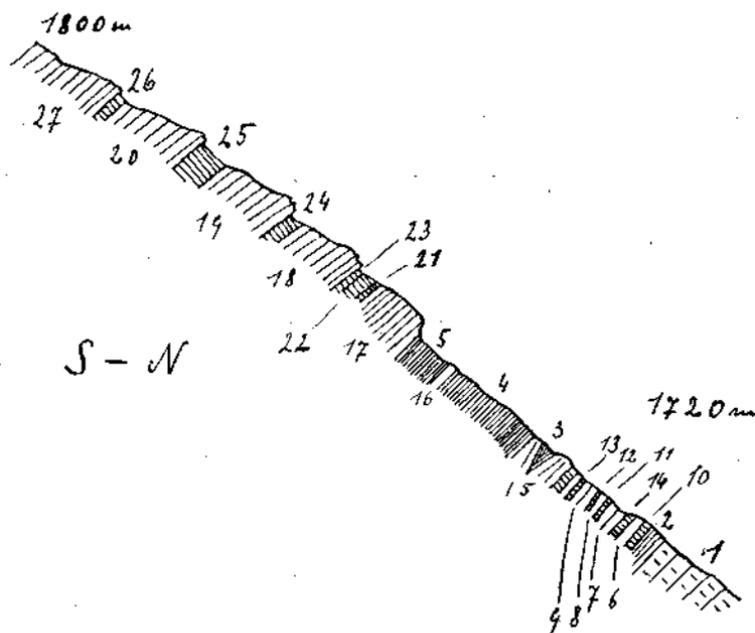
Kalzitrasen in der Feinschichtung der Seefelder Mergel.

Die Feinschichten sind ganz verschieden mächtig und lassen auf keine regelmäßige Rhythmik in der Sedimentation schließen, wohl aber auf sehr häufigen Wechsel. Auch besteht kein regelmäßiger Unterschied zwischen „oben“ und „unten“ der Feinschichtung.

Was die Oelgehalte anlangt, so findet man vor den erwähnten Stollen auf die Halde gestürzt die bitumenärmeren Begleiter des abgebauten reichen Materials mit einigen Prozenten ausbringbaren Oeles und etwas Kohle; 6% Oel und 4% Kohle im hältigsten dieser Stücke. Im Fördergut des Emma Glückstollens („Seefelder Schlag“ an der Straße) ergab die hältigste Probe 19.50% Oel, 5.50% Kohle.

Die übrigen Proben, deren Gehalte übrigens fast durchwegs weit unter der Schätzung durch einen mich begleitenden Betriebsfachmann blieben, zeigten selten über, meist unter 5 % Oel und unter 4 % Kohle. Lediglich die verarmten Mergel (1—2 % Oel, unter 4 % Kohle) fanden sich in den Profilen der obenerwähnten Stollen im Zirler Cristental, bei welchen ich zur Feststellung eines etwaigen „entöhlenden“ Einflusses der Verwitterung entsprechende Proben aus dem Stollen und ober Tag genommen habe, deren Analyse keinen derartigen Einfluß erkennen ließ.

Fig. 4.



Bitumenmergel im Gamsgraben bei Lienz (s. Text).

Ein Beispiel für den Bau einer Seefelder Mergelserie ergibt das etwas östlich der Nordlingerhütte zum Schloßgraben hinabstreichende Schichtpaket. Von 18·4 m Mächtigkeit entfällt 8·35 m auf 27 nach Dezimeter messende kompakte Bänke, in welchen 0·50 bis 3% Kohle und 0·0 bis 0·50% Oel nachgewiesen wurde. 10·05 m entfallen auf 27 feingeschichtete tonigere blättrige Zwischenlagen mit 3 bis 9% Kohle und 0·5, 0·6, 2·2 und 17·5% Oel, worunter sich also die hochwertigen Seefelder Mergel befinden.

Entsprechend dem besonderen Interesse, welches der Vergleich zwischen den Fazies der Nordalpen und der Lienzer Dolomiten besitzt, entnehme ich noch ein Profil durch Seefelder Mergel des oberen Hauptdolomits (unweit von Kössenschichten der Geyer'schen Manuskriptkarte) dem Vorkommen im Hintergrunde des Gamsgrabens westlich Lienz, welches sich über Feuer am Büchl in die schwer zugänglichen westlichen Gräben fortsetzt (vgl. Fig. 4).

In diesem Profile bedeutet:

- 1 tauber Dolomit.
 2, 3 (1 m), 4 (8 m), 5 (4 m) tauber Mergel.
 6 (1 m), 7 (2 m), 8 (1 m), 9 (2 m) tauber Dolomit mit kleinen
 (1 dm) Linsen mit 1% Oel 4·13% Kohle.
 10 (1 m), 11 (0·5 m), 12 (0·5 m), 13 (0·5 m) Mergel mit 1%
 Oel 4·13% Kohle.
 14 (1 m) Mergel 1·2% mit Oel, 6·39% Kohle.
 15 (3 m) Dolomit mit Linsen mit 5% Oel, 4·43% Kohle.
 16 (0·3 m) Kalk (3% Oel, 2·42% Kohle) wechselnd mit Mergel
 (3·6% Oel, 2·85% Kohle).
 17 (5 m), 18, 19, 20 (je 8 m) Wechsel von Kalk mit Linsen
 (0·5% Oel, 2% Kohle).
 21 (0·4 m) Mergel, 0·2% Oel, 1·37% Kohle.
 22 (1 m) " 0·7% " 3·41% "
 23 (0·5 m) " 3·5% " 3·11% "
 24 (1·5 m) " 2·5% " 2·34% "
 25 (3 m) " 2·2% " 1·83% "
 26 (2 m) " 3·8% " 3·43% "
 27 (10 m) Kalk mit einige Zentimeter dicker Mergellage mit
 5·8% Oel, 6·13% Kohle.

Das ist das Bild einer armen technisch derzeit uninteressanten Seefelder Serie. Die Fortsetzung des Profils nach Süden ist verrollt, eine größere Rhythmik in der Sedimentation (nach Metern Mächtigkeit zu messen) sowie die Beziehung zwischen toniger Sedimentation und Bitumen-(mit Kohle-)Gehalt gleichwohl deutlich. Rhythmische Sedimentation und das Miteinandergehen von Ton und Bitumen lassen sich also in verschiedener Größenordnung beobachten. Ein Beispiel für derartige Rhythmik größter Ordnung wurde durch die Bitumenmergelzüge am Fernpaß (vgl. Fig. 1) gegeben, ein Beispiel für derartige Rhythmik nächstniedrigerer Ordnung durch unser oben dargestelltes Profil (Fig. 4) eines einzelnen derartigen Bitumenmergelzuges.

Wie bereits erwähnt wurde, setzt sich die Rhythmik bis in eine mikroskopische Größenordnung fort. Ohne bei dieser Gelegenheit darauf eingehen zu können, welche periodische Wiederkehr zugeordneter geologischer Faktoren diesen Sedimentationsrhythmen verschiedener Ordnung entspricht, möchte ich auf das Seefelder Niveau des Hauptdolomits verweisen als auf ein ausgezeichnetes Studienobjekt solcher Rhythmik, auch wo es sich nicht um rhythmisch geschichtete strandnahe Sapropelite mit Bitumen, sondern um Feinschichtserien handelt, wie sie beispielsweise die Schlucht des Mariabergbaches bei Obsteig querschneidet, wobei an jeder der kaum 1 cm messenden Feinschichten ein wiederkehrender Unterschied zwischen oben und unten festzustellen ist, sozusagen polare Rhythmik der Feinschichtung.

Eine unübertrefflich regelmäßige Rhythmik, deren eingehendere Schilderung als außerhalb des Umfanges dieser Studie liegend späterer Gelegenheit vorbehalten bleibt, beherrscht die Sedimentation tertiärer Mergel in der Ismüder Bucht im nördlichen Kleinasien. Man kann sich angesichts solcher Erscheinungen der Einsicht nicht verschließen,

welche ungehobenen Schätze wundervoll registrierten Wechsels bisweilen eines wahren Pulsschlages von Hebung und Senkung in küstennaher Flachsee bisweilen klimatischer Periodizitäten verschiedener Größenordnungen die fast ununtersuchte Rhythmik derartiger Sedimente beherbergt. Und man kann sich nur der Auffassung Andrées (Geologie des Meeresbodens II pg. 430) anschließen, was die Kennzeichnung dieser nächsten ganz großen mangels entsprechender petrographischer Schulung von der Stratigraphie bisher belassenen Lücke unserer Kenntnis anlangt; welche Lücke allmählich auszufüllen mir besonders der mikroskopierende Feldgeologe berufen scheint.

In unserem Falle bleibt es fortzusetzenden Untersuchungen vorbehalten, die folgenden Zusammenhänge (nicht nur vermutungsweise) zu erklären:

Die größeren bituminösen Serien sind erstens toniger, zweitens kalkiger als ihre dolomitischen Begleiter.

Die bituminösen Feinschichten sind toniger als ihre kalkigen Begleiter.

Namentlich die letztgenannte Rhythmik scheint mir in ihrer Abhängigkeit von Salzungsunterschieden zu untersuchen und vielleicht mit einer klimatischen (jahreszeitlichen?) Rhythmik in Zusammenhang zu bringen; die erstgenannte Rhythmik aber vielleicht letzten Endes mit einer tektonischen.
